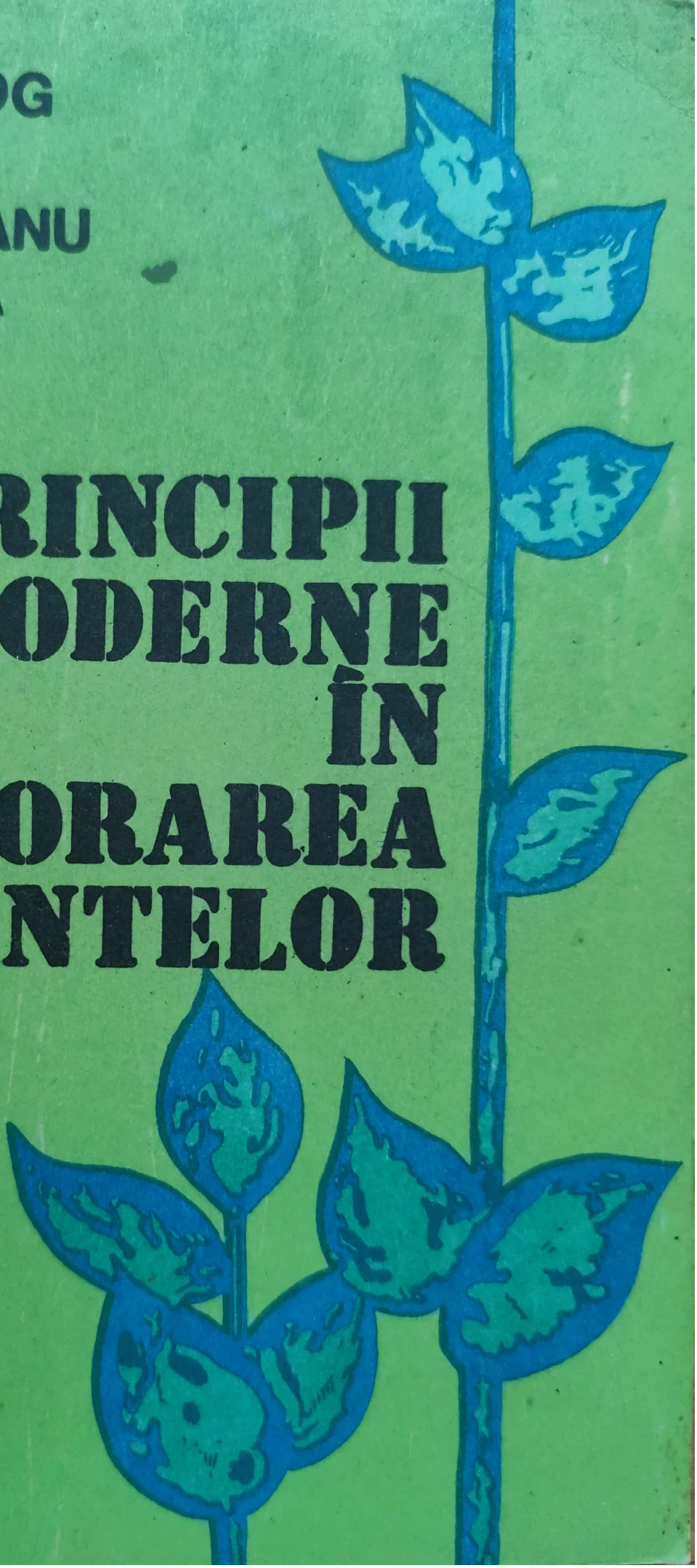
A. S. POTLOG
Z. SUCIU
A. LĂZUREANU
G. NEDELEA
A. MOISUC

# PRINCIPII MODERNE ÎN AMELIORAREA PLANTELOR



FACLA

Scanned with OKEN Scanner

A. S. POTLOG
Z. SUCIU
A. LĂZUREANU
G. NEDELEA
A. MOISUC

# PRINCIPII MODERNE ÎN AMELIORAREA PLANTELOR



Scanned with OKEN Scanner

A. S. POTLOG
Z. SUCIU
A. LĂZUREANU
G. NEDELEA
A. MOISUC

# PRINCIPII MODERNE ÎN AMELIORAREA PLANTELOR

EDITURA FACLA
Timişoara, 1989

Scanned with OKEN Scanner

# PREFAȚĂ

*În cadrul amplu și generos al noii revoluții agrare, știința și cercetarea agricolă sînt chemate să-și îndeplinească rolul de forțe de producție eficiente.*

*În acest sens, secretarul general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, în magistrala Expunere la Ședința Comună a Plenarei Comitetului Central al Partidului Comunist Român, a organismelor democratice și organizațiilor de masă și obștești, arăta : „Înfăptuirea cerințelor noii revoluții agrare constituie obiectivul strategic al dezvoltării agriculturii. Pînă în anul 1995 trebuie să realizăm cel puțin 45 de milioane de tone cereale, să generalizăm realizarea producțiilor mari — de 8 000 kg grîu și orz la hectar — și să trecem la producții de 10 000 kg și mai mari la hectar. De asemenea, trebuie să realizăm pe toate suprafețele irigate cel puțin 20—25 tone porumb știuleți la hectar și să trecem la realizarea de producții de 30 și peste 30 de tone de porumb la hectar".*

*Realizarea acestor sarcini impune indiscutabil intensificarea activității de obținere a unor noi creații biologice, cu un potențial de producție mult superior.*

*Activitatea de modelare a noilor genotipuri (soiuri, hibrizi) trebuie desfășurată pe baza celor mai înaintate cuceriri ale științei, astfel încît ea să fie eliberată de incertitudine, să se poată efectua controlat și planificat și să devină mai eficientă.*

*Lucrarea de față își propune să prezinte cele mai recente date științifice referitoare la inducerea și prelucrarea variabilității genetice cu ajutorul tehnicilor ajunse foarte rapid convenționale, dar și cu ajutorul altora de mare perspectivă, tehnici de manipulare a unor obiective pînă ieri considerate de nerezolvat, cum ar fi : înmulțirea industrială a formelor valoroase, obținerea de plante din polen, obținerea de hibrizi somatici etc. Nu sînt omise nici tehnicile de perspectivă mai îndepărtată, care vor determina probabil o adevărată revoluție metodologică și un progres uriaș al agriculturii.*



Scanned with OKEN Scanner

*Conținutul volumului se bazează pe consultarea unui vast material bibliografic, precum și pe cercetările și experiența personală ale autorilor.*

*Cartea se adresează unui număr mare de cititori, incluzînd specialiștii în cercetare, dar și pe cei din producția agricolă, cadrele didactice și studenții institutelor agronomice.*

*Exprimăm pe această cale sincere mulțumiri și aleasă gratitudine Editurii Facla pentru sprijinul acordat în elaborarea și tipărirea acestei lucrări.*

Autorii



Scanned with OKEN Scanner

# 1. EREDITATEA, ÎNSUŞIRE GENETICĂ FUNDAMENTALĂ, ORIENTARE GENERALĂ ÎN AMELIORARE

## 1.1. GENERALITĂȚI

Ereditatea constituie cea mai importantă însușire a ființelor vii. Prin studierea eredității, genetica devine baza științifică a procesului de ameliorare a plantelor și animalelor, pentru că numai pe baza cunoașterii mecanismului genetic al eredității formelor hibride, se poate dirija modul de manifestare a caracterelor, realizîndu-se astfel noi și valoroase soiuri de plante și rase de animale.

Ameliorarea plantelor și animalelor este ca atare un proces de genetică aplicată. Aplicarea corectă și creatoare a procesului de ameliorare este posibilă numai prin folosirea corectă și creatoare a geneticii.

Prin ereditate se înțelege fenomenul de înmagazinare și transmitere a informației genetice, deci de formare și transmitere a însușirilor de soi sau de rasă, de la o generație la alta.

Sediul de bază al eredității, deci al tuturor sistemelor de înmagazinare și transmitere a caracterelor, este celula vie, cu toate elementele sale componente.

Cunoașterea fenomenului și mecanismului genetic prin care ereditatea se trasmite de la celula mamă la celula fiică este de mare importanță teoretică și practică. Cercetările genetice scot în evidență rolul specific al nucleului, respectiv rolul cromozomilor și al genelor situate în cromozomi, purtătoare și transmițătoare a eredității.

Genetica este o știință biologică recentă, deși primele observații și cercetări privind ereditatea, ca însușire de bază a ființelor vii, sînt destul de vechi.

Cele mai vechi studii despre ereditate coincid cu primele lucrări empirice de ameliorarea plantelor și animalelor, efectuate cu sute de ani înaintea erei noastre. Popoarele antice au cunoscut și aplicat unele lucrări de ameliorare, lucrări bazate pe observațiile privind transmiterea în descendență a unor caractere și însușiri valoroase. Primele observații privind transmiterea în descendență a caracterelor au fost efectuate atît la plante și animale, cît și în privința transmiterii unor boli și maladii la om.



Scanned with OKEN Scanner

Cu 400—500 de ani î.e.n. o serie de oameni de știință greci (ANAXAGORA, ARISTOTEL, EMPEDOCLE ș.a.) considerau că transmiterea ereditară a caracterelor și însușirilor la plante, animale și om se realizează cu ajutorul unor particule materiale speciale, particule care ar putea fi comparate cu factorii ereditari ai lui MENDEL sau genele concepției actuale.

Oamenii de știință, naturaliști și filozofi ai imperiului Roman, ca LUCREȚIU, COLUMELA, PLINIU CEL BĂTRÎN și alții, dau indicații valoroase privind ereditatea, afirmînd că însușirile ereditare sînt legate de anumite particule materiale ce se transmit la urmași și determinînd formarea și apariția caracterelor. Caracterele părinților se transmit ereditar, din generație în generație. Vedem astfel cît de apropiate sînt aceste păreri, emise cu mii de ani înaintea noastră, de teoriile actuale despre ereditate.

Dar explicația științifică a mecanismului ereditar nu era încă elucidată. Totuși, pe baza cunoștințelor empirice privind ereditatea, popoarele antice au reușit să obțină soiuri noi de plante și noi rase de animale.

Rezultate remarcabile au fost obținute de toate popoarele care au avut o civilizație deosebită în antichitate, datorîndu-se în mod deosebit dirijării polenizării (egiptenii, asirienii, grecii, romanii). În evul mediu, cunoștințele privind ereditarea nu numai că nu s-au dezvoltat, ci dimpotrivă au regresat. Practic, reluarea cercetărilor privind ereditatea este concretizată prin realizarea primilor hibrizi la plante în secolul al XVIII-lea și au fost dezvoltate în mod deosebit începînd cu a doua jumătate a secolului al XIX-lea.

Astfel, în lucrările sale, DARWIN considera ereditatea ca fenomenul asemănării descendenților cu formele parentale. Deoarece între ascendenți și descendenți nu există o identitate absolută, DARWIN arată că fenomenului eredității îi este specific atît conservatorismul, cît și variabilitatea, adevăr biologic absolut valabil.

*Teoria pangenezei,* emisă de DARWIN, susține că ereditatea este localizată în niște particule materiale infime numite *gemule*. Este începutul teoriilor corpusculare despre mecanismul ereditar, după care însușirea de ereditate este localizată în corpusculi materiali. Această teorie a fost dezvoltată de o serie de cercetători, ca NÄGELI, HAECKEL, VRIES, WEISMAN care susțineau că ereditatea se transmite prin diverși corpusculi materiali ipotetici.

Bazele științifice ale eredității au fost formulate de către MENDEL în secolul trecut, care a cercetat modul de transmitere ereditară a caracterelor la hibrizii de mazăre și alte plante, obținuți pe cale experimentală. Apariția lucrării sale *Versuche iiber Pflanzenhybriden* (1865) constituie momentul memorabil din istoria biologiei și geneticii de mai tîrziu.

MENDEL formulează primele legi și reguli ale eredității, conform cărora ereditatea se transmite prin particule materiale localizate în celulele sexuale — *factorii ereditari* — prin a căror combinare în procesul fecundării pe bază de hazard se obțin numeroasele și diversele forme și tipuri de organisme hibride (RAICU, 1967). Așadar, MENDEL este considerat, pe drept cuvînt, fondatorul geneticii ca știință. Redescoperite la începutul secolului actual, legile și teoriile despre ereditate, formulate de MENDEL, au stat



Scanned with OKEN Scanner

la baza actualelor și numeroaselor cercetări care au lămurit multe din problemele ridicate de mecanismul eredității.

Denumirea de *genetică*, dată științei biologice care cercetează ereditatea, a fost propusă de către BATESON la începutul secolului nostru, iar ceva mai tîrziu JOHANNSEN introduce noțiunea de *genotip*, prin care se înțelege baza ereditară a organismului viu și care înglobează totalitatea factorilor ereditari sau totalitatea genelor unui individ.

În opoziție cu genotipul a fost introdusă noțiunea de *fenotip*, care reprezintă totalitatea caracterelor și însușirilor unui organism (sau individ), ca rezultat al interacțiunii dintre genotip și mediu.

Prin analiza matematică-statistică a descendențelor hibride, procedeu inițiat de MENDEL, s-a permis scoaterea în evidență a factorilor ereditari (genele) și al modului lor de acțiune.

Concepția actuală asupra eredității are la bază principiul informației genetice, conform căruia purtătorii, înmagazinatorii și transmițătorii informației genetice sînt acizii nucleici.

Citogenetica — știință biologică de contact — cercetează ereditatea organismelor vii la nivelul celular și scoate în evidență rolul de bază al cromozomilor și al genelor situate pe cromozomi. Toate elementele materiale genetice ale celulei, în timpul diviziunii reducționale, trec de la celula mamă la celulele fiice, asigurînd astfel transmiterea ereditară a informației genetice de la o generație la alta.

Cantitatea și succesiunea cromozomilor, fenomene genetice specifice, asigură continuitatea și succesiunea ereditară a generațiilor în lumea biologică. Cromozomii constituie suportul material al eredității, al formării și transmiterii întregii zestre ereditare a ființelor vii, iar ereditatea reflectă acest suport de la o descendență la alta.

Constanța numărului de cromozomi e asigurată de diviziunea meiotică, în care acest număr se reduce la jumătate și de fecundare, proces în urma căruia numărul de cromozomi revine la forma inițială. Acest proces permite unirea a două eredități în una singură.

În funcție de natura genetică a părinților sau genitorilor, al modului lor de reproducere există : *ereditate simplă,* cazul în care se transmit numai caracterele sau însușirile unui singur individ, și *ereditate complexă,* cînd iau parte la reproducere doi genitori, diferiți genetic.

Ereditatea simplă este specifică plantelor autogame și a celor cu înmulțire vegetativă. În astfel de cazuri, întreaga zestre ereditară a unui individ se transmite în bloc la toți descendenții săi, ceea ce înseamnă că din punct de vedere genetic indivizii sînt identici. Diferențierile genetice pot apărea datorită heterozigotării unui anumit locus cauzat de alți factori decît recombinarea genetică.

O ereditare simplă se întîlnește și la organismele cu înmulțire apomictică, la care embrionul se dezvoltă din ovule nefecundate sau din alte elemente ale sacului embrionar. Astfel de ereditate simplă se întîlnește și la indivizii cu reproducere partenocarpică. Tot ereditate simplă este și în cazul haploidiei.

La plantele alogame, ereditatea provine de la doi părinți, care la rîndul lor sînt rezultatul a altor doi părinți, așa încît la aceste forme putem vorbi de o ereditate complexă. Uneori, avînd în vedere că indivizii sînt re-



Scanned with OKEN Scanner

zultați din încrucișarea a doi genitori, se folosește și noțiunea de ereditate dublă.

Cunoașterea modului de manifestare ereditară a unui caracter sau a unui complex de caractere prezintă atît importanță teoretică, științifică privind comportarea genelor, cît și importanță practică, în legătură cu ameliorarea respectivelor forme și a posibilităților de obținere de forme noi, valoroase din punct de vedere economic.

Tipurile principale de ereditate sînt :

**Ereditatea mixtă sau în mozaic,** caracterizată prin aceea că la același individ hibrid sau la același organ al hibridului respectiv, apar și se dezvoltă particularitățile sau caracterele ambilor genitori ;

**Ereditatea contopită,** cazul în care la hibrid se exteriorizează caracterele sau însușirile intermediare genitorilor sau părinților. Adesea apar caractere noi ;

**Ereditatea cu excludere reciprocă,** cazul în care hibridul se aseamănă numai cu unul din genitori, caracterele celuilalt genitor fiind excluse. Acest tip de ereditate poate fi : prin excludere definitivă, cînd toți hibrizii din generațiile hibride succesive prezintă ereditatea unuia dintre genitori (se mai numește ereditate absorbantă sau millardeism) ; și prin excludere temporară (sau ereditate mendeliană), caz în care începînd cu generația a doua apar caracterele ambilor părinți în proporții diferite ;

**Ereditatea maternă,** cazul în care se manifestă dominant caracterele sau însușirile materne ;

**Ereditatea paternă,** cazul în care se manifestă dominant caracterele sau însușirile paterne ;

**Ereditatea intermediară,** cazul în care apar și se exteriorizează caractere sau însușiri intermediare celor doi genitori.

În toate cazurile menționate se realizează : *hibrizi materni, hibrizi paterni, hibrizi micști sau hibrizi intermediari.*

Sub influența selecției dirijate a formelor hibride, caracterele și însușirile organismelor vii s-au îmbunătățit tot mai mult în ultima vreme, deosebindu-se radical de cele ale formelor primitive, îmbogățindu-se astfel ereditatea organismelor cu anumite caractere utile din punct de vedere economic.

Transmiterea ereditară a caracterelor este cel mai însemnat fenomen al lumii vii. Se transmit ereditar atît caracterele valoroase din punct de vedere economic, cît și caractere necorespunzătoare.

Dirijarea eredității de către om, determină intensificarea și transmiterea caracterelor valoroase și eliminarea celor necorespunzătoare și nedorite. Transmiterea, menținerea și amplificarea caracterelor valoroase și eliminarea caracterelor nedorite este sarcina ameliorării.

Cea mai sigură metodă de obținere de indivizi cu caractere valoroase este încrucișarea părinților cu valoare genetică și biologică ridicată. Dacă ambii părinți posedă caractere valoroase, descendența lor va fi de cea mai mare valoare. În cazul în care nu se dispune de astfel de părinți, cel puțin unul dintre părinți trebuie să posede caractere valoroase, pe care să le transmită descendenței.



Scanned with OKEN Scanner

Puterea de transmitere ereditară depinde de capacitatea înnăscută a genitorilor sau părinților, de unde rezultă importanța alegerii judicioase a formelor participante la hibridare.

Fiind o însușire genetică fundamentală, ereditatea trebuie să fie bine cunoscută și dirijată în direcția urmărită de om. Lăsată să se manifeste liber, însușirile ereditare tind uneori spre fenomenul de reversiune, de revenire la caracterele și însușirile formelor inițiale sau formelor primitive. De acest lucru se ține seama, mai ales în încrucișările dintre formele culturale și formele sălbatice primitive.

Înlăturarea fenomenului de reversie se realizează prin alegerea judicioasă a genitorilor prin dirijarea hibridărilor, urmată de folosirea unei selecții adecvate.

Alte aspecte ale eredității, de care se ține seama, sînt : constanța caracterelor genetice, manifestarea lor dominantă sau recesivă, influența vîrstei genitorilor. În cazul în care genitorii sînt prea îndepărtați din punct de vedere genetic intervine intersterilitatea formelor parentale, neformarea seminței hibride sau chiar dacă aceasta se formează indivizii rezultați sînt sterili.

DARWIN a considerat că ereditatea este o regulă biologică generală, pe cînd lipsa de ereditate este o anomalie biologică.

Legile și regulile eredității trebuie cunoscute și dirijate, atît în folosul speciei, cît mai ales în folosul omului.

Împreună cu variabilitatea și selecția naturală, ereditatea constituie unul dintre factorii de bază în evoluție, iar în ameliorare ereditatea trebuie conjugată cu o judicioasă selecție artificială.

Progresul științific și aplicativ al ameliorării și producerii de sămînță la plantele de cultură este în strînsă legătură cu progresul geneticii și al celei mai tinere ramuri, ingineria genetică.

## 1.2. BAZELE GENETICE ALE EREDITĂȚII

### 1.2.1. TEORIA CROMOZOMALĂ A EREDITĂȚII

Genele situate în cromozomi sînt purtătoarele eredității sau informației genetice. Numele de gene, acordat factorilor ereditari, a fost dat de către JOHANNSEN, la începutul secolului nostru.

Teoria cromozomală a eredității se bazează pe trei principii genetice specifice : **linkage sau înlănțuirea genelor ; crossing-over sau schimbul reciproc de gene** și așezarea sau **ordinea liniară a genelor în cromozomi.**

O primă teză a teoriei cromozomiale a eredității constituie plasarea liniară a genelor pe cromozomi. Conform acestui principiu, pe același cromozom sînt așezate una după alta într-o succesiune liniară — ca și mărgelele pe o ață — mai multe gene, fiecărei gene revenindu-i o porțiune specifică numită locus. Aceste gene, conform tezei înlănțuirii, se vor transmite



Scanned with OKEN Scanner

aceleaşi celule fiice în meioză, fapt ce are ca şi consecinţă transmiterea lor împreună la descendenţi.

Înlănţuirea genelor (linkage) este o dovadă că ele se găsesc într-o interdependenţă în funcţie de modul lor de aşezare pe cromozomi, ceea ce determină o legătură sau o asociere specifică a diferitelor caractere şi însuşiri ale organismului. Linkage-ul este un fenomen genetic opus fenomenului de segregare a caracterelor în descendenţă, fenomen determinat de faptul că mai multe gene sînt plasate pe acelaşi cromozom. Ca rezultat, caracterele care sînt determinate de genele plasate pe acelaşi cromozom se transmit în bloc, numărul grupelor de înlănţuire fiind egal cu numărul perechilor de cromozomi.

Fenomenul de linkage sau de înlănţuire genică constituie o teză de bază a teoriei cromozomale a eredităţii. Genele situate în acelaşi cromozom se transmit înlănţuite, pe cînd cele situate în cromozomi diferiţi se transmit independent, conform principiului segregării independente a caracterelor elaborat de Mendel.

O altă teză a teoriei cromozomale este principiul crossing-over sau al recombinării genelor situate pe cromozomii omologi (cromozomii pereche). Şi acest principiu genetic prezintă o mare importanţă pentru practica ameliorării.

Crossing-over-ul sau recombinarea genetică are loc în timpul diviziunii celulare, în meioză şi ca o excepţie şi în mitoză.

Crossing-over-ul este legat de primele două teze în sensul că nu pot să sufere recombinare intracromozomală decît genele plasate pe acelaşi cromozom (deci cele înlănţuite), iar frecvenţa cu care are loc crossing-over-ul este influenţată de distanţa dintre gene, deci de modul cum genele în discuţie sînt plasate pe cromozomi. În afară de distanţa dintre gene, crossing-over-ul mai este influenţat şi de o serie de alţi factori, cum ar fi : vîrsta, sexul, temperatura ş.a.

Pe baza procentului în care apar indivizii recombinaţi s-a determinat distanţa dintre gene, aceasta fiind exprimată în unităţi relative, respectiv în procente de recombinare.

Cunoscînd distanţa dintre gene şi ordinea lor în cromozomi, s-a alcătuit *harta cromozomilor*, hartă caracteristică fiecărei specii, care are o mare importanţă pentru cercetările de genetică teoretică şi aplicată.

### 1.2.2. BAZELE BIOCHIMICE ŞI MOLECULARE ALE EREDITĂŢII

Cercetările din ultima vreme scot în evidenţă tot mai mult rolul macromoleculelor de acizi nucleici în înregistrarea biochimică, conservarea şi transmiterea informaţiei ereditare, de la o celulă la alta, de la un individ la altul, respectiv de la ascendenţi la descendenţi. S-a putut dovedi rolul acizilor nucleici (ADN şi ARN) ca factori de legătură genetică ereditară. Acizii nucleici servesc ca matriţă pentru sinteza proteinelor, asigurînd reproducerea materiei vii.

După fiecare diviziune celulară în interfază, în perioada S (de sinteză), cantitatea de ADN din celulă se dublează, astfel că în timpul diviziunii



Scanned with OKEN Scanner

mitotice se împarte în mod egal la cele două celule fiice. În acest fel celulele fiice au aceeași informație genetică, aceasta fiind identică cu informația genetică a celulei mamă.

Sinteza acidului dezoxiribonucleic are loc în nucleul fiecărei celule pe baza modelului semiconservativ.

Deși acizii nucleici au fost cunoscuți încă din secolul trecut, rolul lor genetic a putut fi demonstrat doar în 1944 de AVERY, apărînd astfel o nouă știință numită genetica moleculară.

Acizii nucleici sînt alcătuiți din două lanțuri polinucleotidice. Nucleotida, element de bază al acizilor nucleici, este alcătuită dintr-o bază azotată purinică sau pirimidinică, care îi conferă specificitate, pentoză și radicalul acidului fosforic.

Bazele purinice și pirimidinice sînt complementare, adenina fiind complementară timinei iar guanina, citozinei. Din această cauză între bazele azotate respective se formează legături electrostatice prin punți de hidrogen care asigură stabilitatea configurației spațiale a macromoleculei de ADN.

Molecula de ADN este formată din două catene polinucleoidice complementare unite între ele prin punți de hidrogen răsucite ambele în jurul unui ax comun ca o scară în spirale. Diametrul unei astfel de molecule este de 10 Å. Configurația macromoleculei de ADN permite multiplicarea la infinit a informației genetice, multiplicare ce se face prin procesul de replicare. Pentru a se realiza replicarea moleculară a ADN-ului, are loc desfacerea lui prin ruperea punților de hidrogen. Pe bază de complementaritate, nucleotidele din cariolimfă se atașează de cele două lanțuri polinucleotidice ale vechii molecule de ADN astfel că se formează două molecule identice între ele și identice cu molecula mamă. Cele două molecule au fiecare o catenă veche care a folosit drept matriță și una nou sintetizată.

Un al doilea tip de acid nucleic este acidul ribonucleic. În funcție de rolul pe care îl au de îndeplinit în organism, există trei tipuri de ARN.

ARN solubil sau de transport (ARNs) are rolul de a transporta aminoacizii la locul sintezei proteice. Are specificitate în funcție de aminoacidul pe care îl transportă și cu ajutorul căreia recunoaște cadrul corespunzător de pe lanțul de ARN.

Al doilea tip de ARN (ARNm) se sintetizează la nivel ADN, copiază informația genetică de la ADN pe bază de complementaritate și o transportă la ribozomi, locul de sinteză a proteinelor.

În fine, un al treilea tip de ARN (ARNr) intră în compoziția ribozomilor, numindu-se ARN ribozomal.

Deci, substratul material al eredității este asigurat de acizii nucleici iar substratul material al vieții de către proteine. Legătura dintre ele se realizează cu ajutorul codului genetic. Codul genetic este o succesiune de nucleotide care determină încorporarea unui anumit aminoacid în molecula proteică. Unitatea de codificare este codonul format dintr-o succesiune de trei nucleotide. Decodificarea informației genetice ADN se realizează prin două etape : transcripție și translație.



Scanned with OKEN Scanner

Prin transcripție se înțelege copierea informației din ADN în ARNm prin sinteză, iar prin translație transpunerea succesiunii nucleotidelor în ordine de succesiune a aminoacizilor în lanțurile polipeptidice.

Momentul, locul și modul de realizare a sintezei unei anumite proteine au fost lămurite de JACOB și MONOD prin elaborarea *teoriei reglajului genetic* al activității celulare.

Conform acestei teorii, informația genetică este deținută de genele structurale care, mai multe grupate, sînt coordonate de o genă operatoare cu care împreună alcătuiesc un operon. Operonul este sub controlul unei substanțe, represor, sintetizată de un alt tip de gene și anume, gena reglatoare. După modul în care represorul controlează activitatea operonului există două sisteme de reglaj : prin inducție enzimatică și prin represie enzimatică.

În cazul sistemului inductibil, represorul activ este inactivat de un substrat care poartă numele de inductor. Operonul activează atît timp cît represorul este inactiv, deci atîta timp cît concentrația substratului permite acestuia să inactiveze represorul. Cînd concentrația scade sub anumite limite, represorul este eliberat și astfel este stopată activitatea întregului operon. Activitatea se reia la o sporire a concentrației substratului de așa manieră încît represorul să fie inactivat.

În sistemul represibil, activarea represorului se face de către produsul final, acesta jucînd rolul de corepresor. Activitatea operonului se reia cînd produsul final lipsește, ceea ce determină o inactivare a represorului.

## 1.3. GENELE, ELEMENTELE MATERIALE ALE EREDITĂȚII

Elementele de bază ale eredității sînt genele.

Noțiunea de gene a fost introdusă în știință de către JOHANNSEN în anul 1909. Gena este unitatea de bază a materialului genetic, fiind o porțiune din molecula de *ADN* care poartă informația necesară sintezei unui lanț polipeptidic sau a unei molecule complexe. Genele sînt situate în cromozomi după o anumită regulă, avînd o succesiune strict determinată. Modificarea succesiunii duce la modificări în ereditate.

Cunoscute sub denumirea de factori ereditari, genele au fost sesizate încă în secolul trecut de către MENDEL, cu ocazia cercetărilor sale de hibridare între diferite forme de mazăre.

Gena prezintă un mod diferit și specific de acțiune. Există gene de bază care determină exteriorizarea caracterelor și însușirilor organismelor vii și gene cu acțiune modificatoare de intensitate, de stimulare, de inhibiție etc. Există gene denumite gene majore sau oligogene și gene minore sau poligene caracteristice caracterelor cantitative. În funcție de gradul de exteriorizare, genele sînt *dominante* cînd se manifestă în totalitate, gene cu dominanță parțială și gene recesive care din cauza alelelor



Scanned with OKEN Scanner

dominante rămîn mascate sau ascunse și nu pot exterioriza caracterele decît în stare homozigotă.

Genele acționează ca perechi, în sensul că însușirilor sau caracterelor contrastante din fenotip le corespund gene perechi în genotip. O pereche de gene alternative poartă numele de gene *alelemorfe,* iar fenomenul alternării de gene, respectiv de caractere, se numește *alelism,* iar genele *alele.*

MENDEL a notat factorii ereditari sau genele, cum se numesc astăzi, cu litere ale alfabetului latin ; genele alele fiind simbolizate prin aceeași literă și anume : cea dominantă cu literă mare, iar gena recesivă cu literă mică. Astfel, genotipul *Aa* posedă cele două alele *A* și *a.*

Genotipul *Aa* este un genotip heterozigot, iar genotipurile *AA* sau *aa* sînt homozigote (avînd aceeași alelă, în stare dominantă sau în stare recesivă). Genotipurile heterozigote segregă în descendență dînd naștere la indivizi diferiți, pe cînd genotipurile homozigote nu segregă în descendență și dau naștere la indivizi asemănători formei parentale respective.

Foarte puține sînt caracterele determinate de o singură genă. De cele mai multe ori intervin mai multe gene, caracterul fiind deci poligenic determinat. Între astfel de gene iau naștere o serie de interacțiuni, cum ar fi : complementaritatea, epistazia, polimeria, criptomeria etc.

Astfel, complementaritatea apare cînd pentru exteriorizarea unui anumit caracter trebuie să interacționeze două sau mai multe gene nealele. Explicația complementarității este simplă, în sensul că un anumit caracter se datorește prezenței unei anumite substanțe. Pentru ca aceasta să fie sintetizată este necesară interacțiunea mai multor lanțuri metabolice. Orice nefuncționare a unui lanț (datorită lipsei genei respective) face ca substanța respectivă să nu poată apărea și în concluzie caracterul să nu se poată manifesta. Toate celelalte interacțiuni se explică pe baza acelorași principii, care se referă la interacțiunea dintre diverse lanțuri metabolice în realizarea sintezei unor anumite substanțe.

În tabelul 1 sînt redate principalele tipuri de acțiune și interacțiune a genelor.

*Tabelul 1*

Tipuri de gene și acțiunea lor principală

| Denumirea genei | Acțiunea sau modul de manifestare |
|---|---|
| Gene alele | Cazul cînd stările genice sau alelice sînt situate în același loc în cromozom |
| Gene nealele | Cazul cînd cele două alele sînt situate în loci diferiți în cromozom |
| Gene letale | Gene care determină moartea organismului |
| Gene semiletale | Gene care determină oprirea totală sau parțială a dezvoltării organismului |
| Gene epistatice | Cazul cînd o genă (epistatică) împiedică manifestarea altei gene (hipostatică) ; caz de interacțiune între gene nealele |



Scanned with OKEN Scanner

| Denumirea genei | Acțiunea sau modul de manifestare |
|---|---|
| Gene criptomere | Cazul cînd între două gene nealele numai una determină starea fenotipică a individului, cealaltă manifestă un fenomen de cooperare |
| Gene complementare | Cazul cînd două sau mai multe gene nealele cooperează pentru determinarea unui caracter sau însușire |
| Gene polimere | Cazul cînd mai multe gene determină manifestarea unui singur caracter sau însușire (gene poligene sau gene minore) |
| Gene pleiotrope | Cazul cînd o singură genă determină formarea mai multor caractere sau însușiri |
| Gene aditive | Gene a căror alele determină însumarea efectelor parțiale ale alelelor de la mai multe perechi de gene, fenomen cunoscut sub denumirea aditivitate sau polimerie aditivă |
| Oligogene | Gene majore, specifice caracterelor calitative |
| Poligene | Gene minore, specifice eredității caracterelor cantitative |
| Gene dominante | Gene a căror acțiune prevalează sau domină |
| Gene recesive | Gene a căror acțiune rămîne mascată sau ascunsă de acțiunea genelor dominante |

Genele sînt porțiuni de acid dezoxiribonucleic, ceea ce înseamnă că proprietățile fundamentale ale *ADN*-ului sînt valabile și pentru gene. Una din aceste proprietăți este autoreproducerea cu mare fidelitate. Acest proces bazat pe replicarea *ADN* permite ca o genă să se multiplice de un număr nelimitat de ori, ceea ce face ca toate celulele unui organism, indiferent cît de complex este acesta, să posede aceleași gene, deci aceleași caractere.

Gena fiind o porțiune dintr-o moleculă de *ADN*, evident că ea poate fi izolată sau sintetizată artificial.

Izolarea genelor, sinteza lor artificială, posibilitatea transferului unuia sau mai multor gene de la o specie la alta sau de la un soi la altul creează noi premise dezvoltării geneticii aplicate care se materializează tot mai mult în ultima vreme. Toate acestea vor aduce o revoluție științifică în transformarea dirijată a organismelor vii, necunoscută pînă în zilele noastre. Prin sinteza artificială a genelor și transferul lor de la un organism la altul se vor pune bazele științifice ale unor realizări deosebite în agricultură, în domeniul medicinii veterinare și umane, în industria farmaceutică, în industria alimentară etc.

Prin identificarea genelor de bază, precum și prin izolarea lor și obținerea de gene sintetice, posibilitatea ameliorării plantelor și animalelor, pe baza selecției genelor, începe să devină o realitate. Sinteza artificială a genelor deschide perspective îmbunătățirii radicale a însușirilor de soi ale plantelor și de rasă la animale.



Scanned with OKEN Scanner

Pentru obținerea unor fenotipuri cît mai expresive este necesar să se cunoască bazele biochimice ale genelor, precum și acțiunea lor asupra organismului în dezvoltare.

Transferul de gene de la o specie la alta sau de la un soi la altul, în vederea ameliorării unor însușiri și caractere, a devenit o problemă actuală de ameliorare. Se studiază și posibilitatea transferului genelor fixatoare de azot, în vederea realizării de simbioze artificiale cu gene fixatoare de azot nu numai la leguminoase, ci și la alte specii de plante cultivate, cum sînt de pildă cerealele, economisind astfel îngrășămintele pe bază de azot aplicate culturilor agricole.

Gena este, deci, o unitate funcțională complexă, dar care nu este indivizibilă. În acest sens s-au introdus noțiunile de *cistron, recon, muton* ce definesc cele mai mici subunități ale genei.

Cistronul este cea mai mică unitate ereditară pusă în evidență cu ajutorul testului cis-trans. Reconul este cea mai mică unitate de recombinare, iar mutonul este cea mai mică unitate de mutație.

Ceea ce interesează în mod deosebit este modul în care genele se transmit la descendenți, respectiv măsura în care anumite caractere dintr-o generație se manifestă la generațiile următoare.

## 1.4. EREDITATEA CITOPLASMATICĂ

Ereditatea este o însușire specifică tuturor elementelor celulare, tuturor organitelor celulare, dar elementele din nucleu au un rol primordial. Sînt dese și cazurile cînd se manifestă ereditatea necromozomală sau citoplasmatică, datorată factorilor genetici situați în citoplasmă.

O serie de manifestări genetice, ca modificări în fenomenul segregării, transmiterea ereditară a frunzelor pătate (frecventă și caracteristică unor plante), influența maternă în hibridarea reciprocă, androsterilitatea etc., se explică prin ereditatea necromozomală sau ereditatea citoplasmatică.

Dintre fenomenele de ereditate citoplasmatică, androsterilitatea și-a găsit largi aplicații în practică, în special în obținerea de sămînță heterozis.

Între ereditatea nucleară (cromozomală) și ereditatea citoplasmatică (necromozomală) există o serie de puncte de contact, ereditatea unui organism fiind nu numai suma celor două tipuri de ereditate, ci și ereditatea rezultată la nivelul interacțiunii nucleu-citoplasmă (RAICU, 1980).

Principalele caracteristici ale eredității citoplasmatice sînt lipsa de segregare mendeliană a formelor hibride, asemănarea descendenților cu forma maternă, independența mutagenă a materialului genetic extranuclear.

Caracterele cu determinare genetică citoplasmatică sînt condiționate de prezența în citoplasmă a unor gene cunoscute sub numele de plasmagene, spre deosebire de genele cromozomale, numite cromogene. Plasmagenele nu urmează regula segregării mendeliene a caracterelor.

Spre deosebire de structurile ereditare nucleare, care se oglindesc prin genotip sau genom, structurile genetice extranucleare sau citoplasma-



Scanned with OKEN Scanner

tice constituie plasmotipul sau plasmonul. Împreună, structurile genotipice și plasmotipice constituie ceea ce se numește idiotipul sau constituția globală ereditară a individului.

Privitor la interacțiunea genotip și plasmotip, cercetările scot în evidență rolul fundamental al nucleului, considerat din punct de vedere al mecanismului eredității ca sediul majorității caracterelor speciei, asigurînd continuitatea genetică, copierea în descendență, pe cînd citoplasma este mai puțin specializată în mecanismul genetic ereditar. Citoplasma joacă un rol important în asigurarea și desfășurarea normală a metabolismului (BUICAN-STUGREN, 1969).

Contribuția cromozomilor în ereditate a putut fi determinată, pe cînd contribuția citoplasmei este mult mai greu de determinat. Cu toate acestea, s-a stabilit că unele însușiri sînt transmise de factori cromozomiali iar altele de factori citoplasmatici.

Primele ipoteze asupra constanței ereditare extranucleare au fost emise încă de la începutul secolului nostru de către CORRENS și BAUR.

Cercetările ulterioare (DARLINGTON, JONES, MICHAELIS) au demonstrat că citoplasma are un rol deosebit în ereditate. De aceea au și fost emise o serie de noțiuni paralele cu cele ale eredității nucleare. Astfel, în afară de plasmon și plasmagenă s-au introdus și noțiunile de homoplasmon și heteroplasmon în contrast cu homozigot-heterozigot, plastogene pentru genele situate în plastide, kinetogene, condriogene, centrogene ș.a. funcție de organitul citoplasmatic, care conține materialul genetic respectiv.

Ereditatea citoplasmatică a fost pusă în evidență și studiată pe următoarele fenomene: comportarea nemendeliană, diferența dintre hibrizii reciproci, înlăturarea genomului matern în procesul de reproducere, sortarea factorilor ereditari în ontogenie. Diferențele constatate între hibrizii reciproci se datorează faptului că la plantele și animalele superioare citoplasma zigotului este de origine maternă, deoarece gametul femel (ovula) este mult mai bogată în citoplasmă decît gametul mascul.

Mecanismul eredității necromozomale sau citoplasmatice este destul de cunoscut. În general, mecanismul molecular (nuclear) al eredității și mecanismul necromozomal al eredității prezintă foarte multe asemănări, fiind aproape identice, prezentînd același substrat genetic material. ADN-ul necromozomal are un rol similar ADN-ului cromozomal. După SAGER (citat de RAICU, 1980), sistemul genetic cromozomal poartă informația genetică primară și este strict legat de procesul diviziunii celulare, sistemul genetic necromozomal a apărut mai tîrziu în cursul filogeniei, el nefiind legat de diviziunea celulară. Cloroplastele și mitocondriile, principalele sedii ale genelor pentru ereditatea citoplasmatică, au un sistem propriu de autoreproducere, independent de diviziunea celulară. Apariția sistemului genetic necromozomal duce la sporirea adaptabilității organismului ca reacție la schimbarea mediului, completînd sistemul genetic cromozomal.

Una dintre cele mai importante manifestări ale eredității extranucleare este androsterilitatea. Androsterilitatea (sterilitatea masculă) este însușirea unor plante de a nu produce polen sau de a produce polen steril, incapabil de a fecunda. Fenomenul se folosește în producerea de sămînță hibridă sau heterozis.



Scanned with OKEN Scanner

## 1.5. EREDITATEA ȘI PRINCIPII DE GENETICĂ GENERALĂ

Una din cele mai importante probleme ale eredității se referă la modul de manifestare a caracterelor la descendenți. În cele ce urmează se vor reda principalele moduri de transmitere și manifestare a caracterelor, precum și consecințele acestor moduri de manifestare.

**Dominanța.** Este un fenomen genetic deosebit de important pus în evidență de către MENDEL, în secolul trecut, cu ocazia analizei descendențelor rezultate în urma hibridărilor efectuate cu diferite forme de mazăre (Pisum sativum). Fenomenul dominanței este o regulă generală în cazul unor hibrizi și anume, manifestarea fenotipică a unui anumit caracter în prima generație hibridă. În fenomenul genetic al dominanței, hibrizii din prima generație ($F_1$) sînt din punct de vedere fenotipic asemănători cu unul dintre genitori, fie cu genitorul matern, fie cu genitorul patern, în funcție de prezența uneia sau mai multor gene. Caracterul sau caracterele manifestate în prima generație au fost denumite dominante.

În cazul în care caracterele sau însușirile utile se transmit dominant, fenomenul prezintă o deosebită importanță practică.

În cazul dominanței, prin autofecundarea indivizilor din prima generație, care fenotipic exteriorizează caracterul dominant se obține în $F_2$ un raport de segregare de 3 dominant la 1 recesiv. Din cele trei forme care manifestă caracterul dominant, una este homozigotă *AA* (cu *A* notîndu-se caracterul dominant și cu *a* cel recesiv) și două heterozigote (*Aa*).

**Recesivitatea.** Este opusul fenomenului de dominanță și se referă la manifestarea unor caractere sau însușiri în prima generație, acestea fiind dominate sau prevalate de către genele sau alelele cu acțiune dominantă. Astfel, alela *a* nu se poate manifesta și exterioriza în prezența alelei *A*. În lucrările de ameliorare sînt apreciate formele a căror caractere sau însușiri nedorite se comportă recesiv și formele a căror caractere sau însușiri valoroase prezintă comportare dominantă.

Cele două fenomene — dominanța și recesivitatea — sînt indisolubil legate de principiul *segregării*. Conform acestui principiu, începînd cu generația a doua, caracterele se dezbină astfel încît la descendenți ele se manifestă în proporții diferite, în funcție de numărul de perechi de caractere contrastante la cei doi genitori. Astfel, în cazul monohibridării raportul de segregare este de 3 : 1, în cazul dihibridării de 9 : 3 : 3 : 1, în cazul trihibridării de 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1 ș.a.m.d.

Important este că, în cazul încrucișării a doi indivizi ce diferă prin două sau mai multe perechi de caractere, apar noi combinații de gene care determină manifestarea unor fenotipuri noi. În cadrul indivizilor cu noi combinații de gene un rol deosebit îl joacă indivizii homozigoți, care nu mai segregă în descendență și care acumulează caracterele dorite de la cei doi genitori.

Astfel, în cazul dihibridării din cei 4 homozigoți rezultați în $F_2$ doi sînt cu caractere noi, recombinați, iar în cazul trihibridării din cei 8 homozigoți, 6 prezintă caractere recombinate.



Scanned with OKEN Scanner

Acest mod de manifestare a caracterelor se datorează faptului că în segregare factorii ereditari se comportă independent, fapt sesizat de MENDEL prin cea de a doua lege a sa, segregarea independentă a caracterelor. Legea menționată se bazează de fapt pe prima lege emisă de Mendel și anume, legea purității gameților, conform căruia fiecare gamet conține doar un singur factor ereditar (genă) din perechea inițială.

În segregarea caracterelor cantitative apar și forme care se manifestă cu o intensitate mai mare decît s-a manifestat caracterul la părinți, datorită noilor recombinări care apar, fenomen numit *transgresiune*. Transgresiunile au un rol deosebit de important în ameliorare, întreg sistemul clasic bazat pe încrucișarea formelor apropiate bazîndu-se pe segregantele transgresiune.

**Comportarea intermediară.** Este un caz de interacțiune între genele alele conform căruia hibrizii din prima generație prezintă caractere și însușiri intermediare față de genitorii puri din punct de vedere genetic. Dacă hibrizii moștenesc însușiri și caractere folositoare de la ambii genitori, valoarea lor genetică ameliorativă este mare.

În cea de a doua generație se obține un raport de segregare de 1 : 2 : 1, față de raportul de 3 : 1 în cazul dominanței.

**Apariția de forme noi,** datorită noilor combinații de gene, are o mare importanță aplicativă. Începînd cu generația a doua în segregare apar homozigoți (deci care nu mai segregă) cu caracterele recombinate față de părinți, ceea ce permite cumularea într-un individ a însușirilor pozitive de la ambii genitori.

**Comportarea heterozis.** Este o comportare specifică a hibrizilor în prima generație. Se caracterizează prin vigoare hibridă superioară genitorilor. Heterozisul este o metodă de bază în ameliorarea plantelor, îndeosebi a plantelor alogame. Formele heterozis se caracterizează prin vitalitate și productivitate sporită, printr-o rezistență superioară la condițiile de mediu, printr-o capacitate mai mare de a valorifica îngrășămintele.

**Letalitatea.** Se datorează prezenței și acțiunii unor gene specifice, genele letale, care determină oprirea în dezvoltare a organismului sau moartea acestuia înainte de a se reproduce. Genele letale sau semiletale trebuie identificate din timp, anihilate sau eliminate. Indivizii cu astfel de gene nu prezintă nici un fel de importanță întrucît sînt genotipuri moarte din punct de vedere genetic. Efectul poate fi cauzat de gene letale cu acțiune dominantă *(letalitate de dominanță)* sau de gene letale cu acțiune recesivă *(letalitate de recesivitate)*. Genele letale se manifestă sub diferite forme, putînd fi : gene letale complementare, gene letale balansate etc.

**Poliploidia** este un fenomen de multiplicare a garniturilor cromozomale, avînd ca efect o mărime a habitusului plantei. În funcție de garniturile cromozomale care se multiplică, poliploidia este de două tipuri : autopoliploidia și alopoliploidia. Autopoliploidia este multiplicarea genomurilor proprii. Fenomenul este folosit la plantele la care e nevoie de o masă vegetativă mare (sfeclă, trifoi etc.).

Alopoliploidia este rezultată în urma unei încrucișări. Dacă are loc dublarea garniturilor cromozomale rezultă un amfiploid. Fenomenul are o deosebită importanță.



Scanned with OKEN Scanner

Multe din speciile de plante agricole cultivate, plante de mare capacitate de producție, sînt forme amfiploide, de pildă grîul ($2n=42$ cromozomi), bumbacul ($2n=52$ cromozomi), tutunul ($2n=48$ cromozomi) și altele. Amfiploidia poate fi : *amfiploidie genomică*, provenită prin hibridarea între specii cu genomuri diferite și prin dublarea numărului de cromozomi ; *amfiploidie segmentală*, provenită din hibridarea a două specii cu genomuri parțial sau complet omologe, ceea ce face ca în meioză să nu se formeze bivalenți, fapt ce are ca efect un grad înalt de sterilitate, de aceea și importanța lor practică este redusă ; *autoaloploidie*, provenită prin dublarea numărului de cromozomi al unui amfidiploid.

**Capacitatea combinativă**, însușire sau comportare genetică a unor hibrizi, cum sînt de pildă hibrizii între linii consangvinizate sau între soiuri. Este un mecanism genetic mult apreciat în ameliorarea plantelor, mai ales în cazul producerii de sămînță hibridă. Capacitatea combinativă poate fi generală și specifică.

**Androsterilitatea și restaurarea fertilității** sînt mecanisme genetice complexe care asigură sterilitate masculă și refacerea fertilității formelor androsterile. Are o deosebită importanță în producerea seminței heterozis.



Scanned with OKEN Scanner

# 2. DETERMINISMUL GENETIC AL ÎNSUȘIRILOR DE SOI

## 2.1. CONSIDERAȚII GENERALE

S-a arătat că la oricare organism se poate recunoaște doar fenotipul (totalitatea caracteristicilor sau proprietăților acestuia la un moment dat, observate sau detaliate prin diverse mijloace). Fenotipul, rezultînd în urma interacțiunii genotipului cu mediu, nu-și dezvăluie decît în anumite situații genotipul său (constituția genetică sau suma totală a informației genetice, manifestă sau latentă, într-un organism). Pentru cunoașterea genotipului se impune cercetarea comportării indivizilor proveniți din aceiași părinți, timp de mai multe generații succesive, în condiții similare de mediu.

Cercetările de genetică au demonstrat că gena (un segment dintr-o macromoleculă de ADN) conține informația genetică, înregistrată biochimic prin secvența nucleotidelor, pentru realizarea unui anumit caracter sau însușire ereditară.

Dar gena nu generează singură și direct un anumit caracter. Există astfel caractere condiționate de prezența mai multor gene, după cum și invers o genă poate determina apariția mai multor caractere. Mai mult, deși rolul esențial în determinismul caracterelor și însușirilor revine genelor, acțiunea acestora se schimbă sau se modifică sub influența condițiilor de mediu. Dar natura și valoarea raporturilor de interdependență dintre diferite gene și factorii de mediu nu se cunosc în detaliu nici astăzi. Gena este răspunzătoare de apariția caracterului ereditar (în esență de natură chimică și aceasta se manifestă la rîndul său în forma caracterului fenotipic exterior, descriptiv). Deci, gena nu produce obișnuit apariția directă a caracterului fenotipic.

MUREȘAN (1967) exemplifică acest raport : genă-caracter ereditar — caracter descriptiv, referindu-se la forma bobului de mazăre. Astfel, se știe că anumite gene condiționează sintetizarea și depunerea în bob a unor zaharuri. Această reacție chimică reprezintă caracterul ereditar. În funcție de raportul cantitativ între conținutul de amidon și cel de zahăr, bobul va fi zbîrcit sau neted, respectiv caractere fenotipice. Desigur, cel mai adesea există o corespondență directă și deplină între caracterul fenotipic și cel ereditar și deci gena respectivă, din care cauză s-a generalizat exprimarea : genă-caracter.



Scanned with OKEN Scanner

Din cele arătate rezultă că o genă nu determină un caracter, ci doar o potență care se realizează din interacțiunea dintre informația genetică ce o poartă și mediu.

Frecvența efectelor unei gene la nivel fenotipic se numește *penetranță*. Ținînd cont de intensitatea de manifestare a genei, penetranța poate fi completă și incompletă.

Penetranța completă este condiționată de mutația unei gene ce exteriorizează același fenotip, iar penetranța incompletă este rezultatul interacțiunii dintre mai multe mutații situate pe același cromozomi sau pe cromozomi diferiți.

Gradul de realizare a unui caracter la diferiți indivizi reprezintă expresivitatea genei.

Între cele două caracteristici ale genei există o strînsă legătură, ele fiind influențate totodată de factorii de mediu.

PANFIL (1980), citîndu-l pe BAUR, arată că „se moștenesc nu numai genele, ci și modul particular de reacție la condițiile de mediu în care trăiește organismul și ceea ce vedem noi este tocmai rezultatul interacțiunii dintre gene și condițiile de mediu".

În realizarea ansamblului însușirilor unui organism intervin deci : acțiunea genelor, interacțiunea dintre gene (alele sau nealele) și între gene și condițiile de mediu. Desigur că existența acestor acțiuni și interacțiuni face dificilă cunoașterea contribuției genelor la manifestarea fenotipului, limitînd deci posibilitățile concrete de intervenție ale amelioratorului.

Acțiunea și interacțiunea genelor poate să se realizeze în diferite moduri, acestea fiind stabilite pe cale experimentală, prin analize genetice.

Astfel, *acțiunea convergentă* apare cînd două gene sînt implicate în condiționarea a două caractere ereditare, dar care converg în exteriorizarea unui singur caracter fenotipic.

Dacă din conlucrarea a două sau mai multe gene, care fiecare condiționează un caracter ereditar, rezultă un caracter fenotipic intermediar, acțiunea genelor *este intermediară*. Această acțiune se mai numește și dominanță incompletă.

Cînd între două gene există un raport de dependență, astfel că însușirea ereditară produsă de o genă nu se poate exterioriza în cazul în care cealaltă genă este prezentă, acțiunea se numește *epistatică*. Spre deosebire de dominanță, care reprezintă acțiunea unei gene alele asupra celeilalte alele (recesivă), *epistazia* implică acțiunea unei gene nealele (dominantă sau recesivă). Totodată, deosebirea dintre dominanță și epistazie se manifestă prin raportul fenotipic de segregare care se modifică.

Efectele uneia sau mai multor gene pot fi marcate ca rezultat al absenței unei alte gene, acțiunea numindu-se *criptomeră*.

În cazul în care două sau mai multe caractere exterioare sînt condiționate de prezența aceleiași gene, gena are o *acțiune pleiotropă*.

O genă poate acționa și *inhibitor*, adică împiedică desfășurarea acțiunii altor gene, respectiv împiedică manifestarea caracterelor condiționate de către acestea.

Mai rar întîlnită este *acțiunea compensatoare* produsă de obicei de două gene care fiecare în parte condiționează cîte un aspect opus al ace-



Scanned with OKEN Scanner

luiași caracter, astfel că atunci cînd genotipul conține ambele gene, rezultatul final este nul.

Cînd o genă are capacitatea de a modifica acțiunea altei gene, rezultînd deci alt caracter fenotipic decît cel care ar fi trebuit să apară, acțiunea genelor este *modificatoare*.

De cele mai multe ori apariția unui caracter fenotipic este determinată de interacțiunea mai multor gene, acțiunea acestora fiind complementară. În acest caz, absența unei gene duce la nerealizarea fenotipică a caracterului. Alteori, deși un caracter este determinat de interacțiunea mai multor gene, exteriorizarea fenotipică nu este împiedicată de absența unei gene. Absența unei gene este însă corelată cu reducerea intensității de manifestare a caracterului. Acest tip de acțiune se numește *aditivă*. Simplist, în acest caz, caracterul fenotipic se realizează prin însumarea efectelor individuale ale genelor. Alteori însă, genele realizează caracterul nu prin însumarea efectelor lor individuale, ci prin multiplicarea acestora, acțiunea fiind *multiplicativă*.

Vorbind despre caractere sau însușiri fenotipice, este necesar să precizăm că acestea sînt definite ca fiind calitative sau cantitative, corespunzător variabilității fenotipice : discontinuă și continuă.

**Caracterele calitative** sînt acelea care definesc tipuri distincte de organisme, respectiv stări alternative (prezența culorii-absența culorii ; prezența aristelor-absența aristelor etc.). Sînt determinate, de regulă, de una sau două perechi de gene, iar influența mediului este redusă sau lipsește. Lipsind formele de trecere intermediare, variabilitatea este discontinuă.

**Caracterele cantitative,** denumite și caractere metrice, pot fi evaluate prin măsurători, cîntărire, numerotare etc. și pot fi separate în clase distincte, prezentînd deci o variabilitate continuă, fenotipurile repartizîndu-se continuu de la un nivel minim valoric spre altul maxim. Determinismul lor genetic este complicat. Se consideră că ele sînt determinate de numeroase gene localizate în cromozomi diferiți, gene cu acțiune independentă, fiecare contribuind într-o anumită măsură la determinarea caracterului.

Pe măsură ce numărul perechilor de gene care determină un caracter cantitativ este mai mare, cu atît șansa de a descoperi un anumit fenotip descrește.

Studiul determinismului genetic al caracterelor cantitative prezintă un deosebit interes practic, știut fiind că majoritatea caracterelor importante ale plantelor și animalelor sînt de natură cantitativă. Așa se și explică apariția *geneticii cantitative*, ramură a geneticii, care se ocupă cu studiul transmiterii ereditare a acestor caractere.

Desigur că determinismul genetic complex al caracterelor cantitative reprezintă un obstacol mare în activitatea de ameliorare, care urmărește realizarea unor genotipuri noi care să reunească mai multe caractere (mai ales cantitative) valoroase. Adăugînd și faptul că cele mai multe caractere cantitative sînt afectate puternic de condițiile de mediu, punem în evidență marile dificultăți întîmpinate de ameliorator în activitatea sa, deci posibilitățile limitate de a cunoaște baza genetică a fenotipurilor cu care lucrează cît și măsura în care genotipul intervine în realizarea fenotipului.



Scanned with OKEN Scanner

## 2.2. DETERMINISMUL GENETIC AL GRÎULUI

**Mecanismul genetic al hibrizilor.** Modul de comportare al hibrizilor în prima generație hibridă este redat în tabelul următor :

| Caracterul sau însușirea cercetată | Felul de comportare în hibridare (în $F_1$) | |
|---|---|---|
| | dominant | recesiv |
| **Caractere morfologice** | | |
| Forma spicului | neramificat | ramificat |
| Aristarea | prezența aristelor | absența aristelor |
| Culoarea bobului | culoare închisă | culoare deschisă |
| Culoarea aristelor | culoare închisă | culoare deschisă |
| Natura aristelor | ariste aspre | ariste netede |
| Perozitatea spicului | spic păros | spic neted |
| Lungimea spicului | dominant, recesiv sau intermediar după speciile ce se încrucișează | |
| Îmbrăcarea bobului | bob îmbrăcat de tipul spelta, monococcum sau dicoccum | bob îmbrăcat de tipul vulgare |
| Sticlozitatea bobului | bob sticlos | bob făinos |
| Natura rahisului | rahis fragil | rahis nefragil |
| Lățimea frunzei | frunză lată | frunză îngustă |
| Stratul ceros de pe frunză și tulpină | prezența stratului ceros | absența stratului ceros |
| Lungimea paiului | pai scurt | pai lung |
| **Însușiri fiziologice** | | |
| Forma de toamnă sau de primăvară | forma de iarnă (în anumite condiții de mediu comportarea poate fi diferită) | forma de primăvară |
| Durata de vegetație | forme precoce (în anumite condiții de mediu comportarea poate fi diferită) | forme tardive |
| Rezistența la cădere | nerezistent la cădere | rezistent la cădere |
| Rezistența la scuturare | rezistent la scuturare | nerezistent la scuturare |
| Rezistența la mălură | nerezistent | rezistent |
| Rezistența la rugină (în general) | comportare diferită | |
| Rezistență la tăciune | nerezistent la tăciune | rezistent la tăciune |

**Determinismul genetic al caracterelor morfologice.** Caracterele morfologice sînt determinate de poligene sau oligogene cu acțiune specifică.

Majoritatea cercetărilor actuale indică pentru *paiul înalt* o comportare intermediară, parțial sau complet dominantă, precum și cazuri de heterozis. În determinismul genetic al acestui caracter intervin mai multe gene cu acțiune aditivă.



Scanned with OKEN Scanner

Cea mai bună parte a variației genetice pentru caracterul pai înalt se datorează segregării pentru genele majore. Mai mult, se cunoaște tipul de acțiune al acestor gene la determinismul genetic al diferitelor internodii ale paiului de grîu. Astfel, lungimea primelor internodii ale paiului au la bază acțiunea aditivă a genelor respective, iar lungimea ultimului internod, acțiunea de dominanță și epistazie (SĂULESCU și HOFFMANN, 1975).

Pentru caracterul „pai scurt" intervine gena dominantă *D*, singură sau împreună cu gene complementare, cum sînt de pildă genele $D_1$, $D_2$ și $D_3$ cu acțiune aditivă (sau alte gene asemănătoare) situate în cromozomii *2B*, *4B* și *2D*. Pot interveni și unele gene multiple neaditive, precum și gene cu acțiune inhibitoare. Caracterele „pai scurt", cît și „pai înalt" sînt caractere ereditare cu un coeficient ridicat de moștenire.

Prezența mai multor gene în determinismul genetic pentru paiul scurt determină apariția de forme semipitice și pitice. Astfel, prezența celor trei gene în același genotip determină producerea de forme triplu pitice, cum sînt unele soiuri mexicane create de BORLAUG.

Pentru caracterul „pai scurt" intervine și gena sau genele situate în cromozomul *4D*, cu acțiune dominantă, scoase în evidență de către IZUMI și colab. (1982). La soiul de grîu Lovrin 10, MARSHALL și colab. (1981) stabilesc prezența genelor de piticire *Rht1* și *Rht2* localizate în cromozomul *4A* și *4D*, în timp ce la soiul Tom Thumb s-a pus în evidență gena *Rht* 3, cu acțiune dominantă.

*Dezvoltarea spicului*. Pentru formarea și dezvoltarea spicului intervin genele: $Vrn_1$-$Vrn_4$. Gena $Vrn_1$ este situată în cromozomul *5A*, gena $Vrn_2$ în cromozomul *2B*, gena $Vrn_3$ în cromozomul *5D* și gena $Vrn_4$ în cromozomul *5B* (MAISTRENKO, 1981).

*Grosimea paiului* este un caracter genetic determinat de mai multe gene multiple, situate în mai mulți cromozomi.

*Culoarea bobului* este un caracter ereditar poligenic, cercetat îndeaproape de NILSSON-EHLE, la începutul secolului nostru. Genele care participă la formarea și intensificarea culorii bobului de grîu sînt : $R_1$, $R_2$ și $R_3$, ele avînd o acțiune aditivă. În unele cazuri, de pildă, culoarea purpurie a pericarpului este determinată de o singură genă (MUREȘAN și CRĂCIUN, 1975). S-a stabilit că genele pentru culoarea bobului de grîu sînt situate în cromozomii *3D*, *3A* și *3B*. Culoarea roșie a bobului este dată de prezența în stare dominantă a genelor amintite, avînd formula genetică $R_1R_1$ $R_2R_2$ $R_3R_3$ iar culoarea albă a bobului, de prezența acestor gene în stare recesivă, prezentînd formula genică $r_1r_1$ $r_2r_2$ $r_3r_3$. Prin hibridarea soiurilor cu bobul roșu cu soiuri cu bobul alb, pe lîngă prezența unor forme asemănătoare celor doi părinți, rezultă și forme intermediare.

*Mărimea frunzei* este un caracter genetic polifactorial, fiind controlat de gene situate în toți cromozomii grîului, exclusiv cromozomii *1B*, *2D* și *7A*.

Aristarea, adică prezența aristelor, este un caracter genetic determinat de gene majore, printre care genele $B_1$, $B_2$ și *Hd*, care determină dezvoltarea aristelor. Genele $B_1$ și $B_2$ sînt gene inhibitoare, iar gena *Hd* în stare homozigotă, singură sau în prezența altor gene, determină absența aristelor.



Scanned with OKEN Scanner

**Determinismul genetic al producției și calității.** După cum se știe, *capacitatea de producție* este condiționată de numeroase și foarte diferite elemente de producție. Elementele de producție ale grîului sînt : numărul fraților fertili, numărul de boabe în spic, numărul de spiculețe în spic, MMB, greutatea boabelor din spic și altele.

Elementele de producție reprezintă caractere genetice cu o ereditate complexă, poligenică. La aceste elemente de producție se constată moduri diferite de transmitere ereditară (dominant, parțial dominant, intermediar, recesiv). Modul de transmitere ereditar este dependent și de constituția genetică a formelor parentale.

Pentru cele mai multe din elementele de productivitate, genele implicate în determinismul acestora sînt situate în majoritatea cromozomilor, mai puțin în cromozomii 2*B*, 2*D*, 4*D* și 7*D*.

*Greutatea bobului* este controlată poligenic de gene situate în cromozomii 1*B*, 4*D*, 4*A*, 5*B*, 6*A*, 6*B* și 6*D*.

Pentru *mărimea bobului* intervin gene situate în cromozomul 4*A* cît și gene situate în cromozomii 1*B*, 3*D*, 1*A*, 5*B*, 6*A*, 6*B* și 6*D*.

*Capacitatea de înfrățire* este determinată de gene și alele situate în cromozomii 1*B*, 2*A* și 2*B*.

La *creșterea și dezvoltarea generală a spicului* participă gene situate în cromozomii 2*A*, 2*B* și 2*D*, dar și alele situate în alți cromozomi, probabil neidentificate încă.

Densitatea spicului, element de productivitate de mare importanță, este determinată de mai multe gene cu acțiune aditivă, situate în aproape toți cromozomii grîului, cu excepția cromozomilor 4*D* și 5*A*. Genele de tipul $E_1$, $E_2$ și $E_3$ intervin pentru alungirea spicului, dar nu atrag modificări asupra densității spicului. Genele de tipul $L_1$, $L_2$, $L_3$, $P_1$, $P_2$, $P_3$, $P_4$ și $P_5$, în stare dominantă determină un spic lung și lax, iar în stare recesivă un spic scurt și dens.

Producția grîului prezintă o structură genică specifică, în funcție de structura genică a elementelor de producție și deci analiza genetică a elementelor de producție permite implicit cunoașterea geneticii producției. Cu ajutorul hibridărilor între soiuri deosebite din punct de vedere ale elementelor de producție și al experimentării acestora în condiții cît mai variate de mediu se reușește să se cunoască modul de transmitere ereditară și determinismul genetic al producției, respectiv numărul genelor segregante, acțiunile și interacțiunile dintre acestea și modul lor de manifestare în interacțiune cu mediul.

Totodată, cunoașterea valorii coeficientului de ereditate a fiecărui element de producție și al producției constituie un mijloc eficient de apreciere a posibilităților practice de îmbunătățire a capacității de producție la grîu.

Aneuploidia și îndeosebi substituția cromozomală reprezintă modalități valoroase de explorare a structurii și sistemului genetic care determină producția în ansamblu, cît și la nivelul elementelor de producție de natură fiziologică și morfologică.

Realizarea capacității de producție a unui genotip se sprijină pe acțiunea aditivă a tuturor elementelor de producție și angajează un mare număr de gene, un întreg sistem poligenic. Interes pentru ameliorarea



Scanned with OKEN Scanner

capacității de producție prezintă efectele genice pozitive și interacțiunile favorabile între loci homozigoți, genomuri și grupe omoloage. S-a stabilit că dintre genele care condiționează producția, o importanță deosebită prezintă genele situate în cromozomul 7*B*. Astfel, cele situate pe brațul stîng al cromozomului intervin în determinismul genetic al numărului de boabe din spic, iar cele situate pe brațul lung al cromozomului determină numărul fraților fertili și greutatea boabelor.

Pentru ameliorarea capacității de producție se impune intensificarea cercetărilor privitoare la interacțiunile genotip-mediu, la sporirea frecvenței de apariție a transgresiunilor pozitive și a modului de identificare a acestora.

*Calitatea* reprezintă o altă însușire ereditară extrem de complexă, determinată de numeroase însușiri mai mult sau mai puțin elementare, cum ar fi : conținut de proteină în bob ; calitatea proteinei sau prezența de aminoacizi esențiali ; conținutul și calitatea glutenului ; însușiri tehnologice etc. În cercetările de genetică a calității, o atenție s-a acordat conținutului și calității proteinei, ca factori principali care intervin în determinarea calității grîului.

Cercetările cu privire la conținutul de proteine și gluten în prima generație nu sînt prea numeroase. Ele arată că modul predominant de comportare este cel intermediar comparativ cu formele parentale. Rezultate bune se obțin prin încrucișarea soiurilor cu conținut ridicat de proteină sau gluten, dar, în general, hibrizii dintre formele contrastante nu ajung să egaleze părintele cu calitate superioară.

Aceste cercetări au evidențiat un determinism poligenic, iar ereditatea a fost intermediară, existînd frecvent și cazuri în care s-a evidențiat o dominanță a părintelui cu un conținut mai mic de proteină sau gluten. Asemenea cercetări au fost efectuate și la noi, ele stabilind că în general însușirile de calitate, implicit și conținutul de gluten au o comportare intermediară și sînt determinate de gene recesive (BOTEZAN și colab., 1971).

NEDELEA (1974 și 1976), analizînd 42 combinații hibride în $F_1$—$F_3$ cu privire la conținutul de gluten, a pus în evidență faptul că hibrizii au fost inferiori părinților. Contribuția cea mai importantă la determinarea variabilității conținutului de gluten au avut-o efectele genice aditive. Dominanța a fost incompletă și unidirecțională și asociată cu conținutul scăzut de gluten. S-a stabilit că cel puțin trei grupe de gene controlează conținutul de gluten.

În majoritatea cazurilor cercetate s-a constatat că în determinismul genetic al conținutului de proteină și gluten intervin în mod preponderent efectele genice aditive și numai în cazuri rare efectele de dominanță sînt semnificative.

Unele cercetări evidențiază cazuri în care varianța dominanței a fost mai mare decît aditivitatea, ceea ce se poate explica prin prezența epistaziei. În acest caz, dominanța a fost ambidirecțională, cu o distribuție asimetrică a alelelor dominante și recesive. ORLIUK și colab. (1972) au constatat o comportare intermediară doar în cazul în care părinții folosiți au fost puternic contrastanți, iar cînd au fost mai apropiați au fost evidențiate și cazuri de heterozis pentru conținutul de proteină.



Scanned with OKEN Scanner

Cercetarea mai multor generații hibride din punct de vedere al conținutului de proteină și gluten a dus la rezultate diferite. Unii cercetători au stabilit că în generația $F_1$ conținutul de proteină sau gluten este mai mic decît la formele parentale, în timp ce în generațiile $F_2$ și $F_3$ unii hibrizi au un conținut de proteină sau gluten mai mare, apropiat de cel al formei parentale. Dimpotrivă, alți cercetători au constatat că generația $F_2$ este inferioară generației $F_1$, persistînd totuși un oarecare grad de heterozis pentru conținutul de proteină la tipurile bun × bun (ORLIUK, 1972). S-au evidențiat de asemenea și cazuri de transgresiune în $F_2$ pentru conținutul de proteină din bob, mărimea acestuia fiind influențată de diferențele în proteină dintre formele parentale.

Cu privire la eritabilitatea conținutului de proteină, SUNDERMAN și colab (1965) au constatat valori scăzute ($H=0{,}15—0{,}26$), în timp ce SASAKI și OSAKA (1970), au găsit valori mult mai ridicate, peste 0,50. Estimatele superioare ale eritabilității conținutului de proteină indică eficacitatea selecției pentru acest caracter.

Analizele genetice cu privire la numărul genelor care operează asupra sistemului de control al producției de proteină sau gluten în bobul de grîu și a însușirilor de calitate, în general, sînt limitate. Ele sînt complicate datorită naturii poliploide a grîului și influenței puternice a factorilor de mediu asupra acestor însușiri. Oricum, majoritatea cercetărilor au stabilit cu privire la condiționarea conținutului de proteină și gluten că acestea sînt controlate poligenic, dar numărul exact de gene este foarte rar precizat ; uneori este limitat, în timp ce unii cercetători îl consideră a fi mare (MAISTRENKO și TROSINA, 1965).

LOFGREN și colab. (1968) stabilesc că părinții folosiți sînt diferiți, prin 2—4 gene pentru conținutul de proteină. Astfel, la hibrizii care au avut ca părinte soiul Triumph acționează un număr de 4 gene, în timp ce la hibrizii care au avut ca părinte soiul Kaw numărul de gene determinat a fost 2.

Folosind linii monosomice și de substituție s-a stabilit rolul diferiților cromozomi, precum și localizarea cromozomală a genelor care controlează conținutul în proteină și gluten ; folosind linii de substituție s-a stabilit că 5 cromozomi poartă gene care influențează în mod inegal conținutul de proteină. BOYD și LEE (1967) constată că sinteza glutenului este determinată parțial de cromozomul $1D$ și că genele care controlează sinteza acestuia la genomul $D$ au duplicate și în genomurile $A$ și $B$, iar BREVEDAN (1970) consideră că diferențele în conținutul și calitatea proteinei sînt asociate cu genomuri speciale și că anumiți constituenți proteici pot fi folosiți ca markeri genetici în analiza genomurilor.

JHA și colab. (1971) constată că cromozomii implicați în determinismul genetic al conținutului de proteină sînt $1D$, $3A$, $3B$, $5A$, $7B$ în cazul în care liniile monosomice de Chinese Spring s-au încrucișat cu Sonora 66 și $1D$, $3A$, $3B$ și $7D$ cînd acestea au fost încrucișate cu Lerma Rojo. Folosindu-se linii de substituție provenite de la Chinese Spring s-a constatat că cromozomii $2B$ și $4A$, cînd hibridarea s-a făcut cu soiul Hope, și cromozomii $1A$, $2B$, $3A$ și $5B$, cînd hibridarea s-a făcut cu soiul Timstein, determină un conținut ridicat de proteină (SIDDIQUI, 1972).



Scanned with OKEN Scanner

Mai numeroase sînt cercetările cu privire la calitatea proteinei și glutenului.

Rezultatele experimentale au indicat în majoritatea cazurilor o comportare intermediară a însușirilor de calitate comparativ cu părinții. Dar au fost evidențiați în proporție redusă și hibrizi ce au prezentat heterozis (NEDELEA, 1976). Manifestarea heterozisului este în primul rînd rezultatul folosirii în hibridare a unor forme diferite din punct de vedere genetic (DRĂCEA, SĂULESCU, 1966).

În prezent se cunosc și aspecte legate de modul de transmitere ereditară a tuturor indicatorilor de calitate.

Cu privire la modul de transmitere ereditară a valorilor de sedimentație, KAUL (1967) a constatat existența unui determinism poligenic și a unei dominanțe parțiale pentru valorile mai ridicate. Alte cercetări stabilesc însă că modul de transmitere ereditară al acestui indice de calitate este intermediar, tinzînd spre părintele cu valoare mai mică. Sînt și cercetări care constată dominanța calității slabe (BOCȘA, 1970).

Sistemul genetic care controlează indicele de sedimentație este în primul rînd aditiv ; în toate cazurile cercetate, alături de aditivitate, a fost prezentată și o dominanță parțială (BERG, 1968 ; BOCȘA, 1970). S-au pus în evidență de asemenea și unele interacțiuni nealelice de tip complementar (NEDELEA, 1974).

Cercetările cu privire la eritabilitatea indicelui de sedimentație au evidențiat valori foarte diferite ale acestuia : 0,22—0,79 ; 0,56—0,60 ; 0,44—0,63 ; 0,50—0,90.

Numărul de gene stabilit a fi implicat în determinarea valorilor de sedimentație, după cum reiese din investigațiile lui STUKE (1962) și NEDELEA (1976), a fost de 3—4, ele acționînd aditiv.

Privitor la transmiterea ereditară a indicelui Pelshenke, cercetările au evidențiat faptul că este vorba de un determinism poligenic, fiind implicați cel puțin trei factori ereditari și că efectul aditiv al genelor este preponderent (HEYNE și FINNEY, 1965).

Cu privire la determinismul genetic al valorilor obținute prin metoda Berliner, se cunoaște că la materialul cercetat au acționat un număr de 2 pînă la 5 gene cu efect aditiv, iar eritabilitatea a fost de 0,60—0,91 (STUKE, 1962).

Cunoașterea ereditățiii însușirilor de calitate ale glutenului este limitată din cauza complexității determinismului genetic, al efectului puternic al factorilor de mediu, precum și a metodelor de evaluare. Se poate afirma însă că însușirile de calitate sînt recesive și că în exprimarea lor intervin gene cu semne diferite și gene modificatoare. În legătură cu rolul genomurilor în determinarea calității, prima ipoteză enunțată susținea că genele responsabile pentru însușirile de calitate la grîu trebuie să fie localizate în genomul *D*, deoarece speciile tetraploide (*AABB*) nu posedă însușiri de panificație (WELSH și colab., 1968).

Ca și în cazul conținutului de proteină sau gluten, prin folosirea liniilor monosomice și a liniilor de substituție cromozomală s-au putut stabili cromozomii care conțin gene ce controlează aceste însușiri. WELSH și colab. (1968) folosind linii monosomice constată că cromozomul 1*D*

(XVII) este extrem de important în determinarea însușirilor de panificație, apreciate cu ajutorul metodei Pelshenke și a farinografului. Folosind liniile de substituție ale soiurilor Thachter, Hope și Timstein au stabilit că proprietățile de morărit și panificație (evaluate cu ajutorul farinografului, capacității de absorbție a apei, volumului pîinii și randamentului de făină) sînt controlate de cromozomi diferiți, în funcție de genotip. Astfel, la soiul Thatcher cromozomul 2*A* controlează volumul pîinii și absorbția apei, la soiul Hope un rol deosebit îl are cromozomul 2*D*, deși alți 11 cromozomi controlează însușirile de morărit și panificație, iar la soiul Timstein un rol deosebit îl au cromozomii 3*B* și 6*B*.

**Determinismul genetic al rezistenței la boli și dăunători.** Grîul este atacat de numeroase boli și dăunători, dintre care menționăm : rugina brună (*Puccinia recondita*), rugina galbenă (*Puccinia striiformis*), rugina neagră (*Puccinia graminis*), făinarea (*Erysiphe graminis*), mălura (*Tilletia sp.*), septorioza (*Septoria sp.*), musca de Hessa (*Phytophaga destructor*), musca suedeză (*Oscinosoma frit*) și altele.

*Rezistența la rugina brună (Puccinia recondita)* prezintă un determinism genetic complex (poligenic sau monogenic), diferențiat de la un soi la altul.

Crearea de soiuri rezistente la atacul acestei boli este de neconceput fără cunoașterea raselor fiziologice ce se găsesc pe teritoriul în care se va cultiva soiul nou obținut.

În țara noastră, lucrurile de identificare a raselor de rugină brună au fost executate de RĂDULESCU (1932—1939), FLORICA NEGULESCU (1964—1970) și IONESCU—COJOCARU (1971—1978).

La grîu au fost puse în evidență două tipuri de rezistență : rezistența în faza de plantulă și rezistența în faza de plantă adultă.

Rezistența în faza de plantulă, după cum arată CEAPOIU., Fl. NEGULESCU (1983), a grîului față de rugina brună este asigurată de *Lr*9, *Lr*19, *Lr*23, *Lr*24, și *Lr*25 cît și de combinații de gene (tabelul 2).

*Tabelul 2*

Determinismul genetic al rezistenței la rugina brună
(după Ionescu-Cojocaru, 1978)

| Nr. crt. | Gena sau combinația de gene | Soiul în care se găsește gena |
|---|---|---|
| 1 | *Lr* 9 | Transfer, Riley 67 |
| 2 | *Lr* 19 | Argus, Agatha |
| 3 | *Lr* 23 | Lee, Gabo, Timstein |
| 4 | *Lr* 24 | Agent |
| 5 | *Lr* 25 | Transec |
| 6 | *Lr* 10 + *Lr* 16 | Exchange |
| 7 | *Lr* 9 + *Lr* 23 | Purdue |
| 8 | *Lr* 19 + *Lr* 23 | Purdue |
| 9 | *Lr* 1, *Lr* 10, *Lr* 12, *Lr* 13, *Lr* 16, *Lr* 18, *Lr* 20 | Manitou |



Scanned with OKEN Scanner

Genele pentru rezistență sînt situate pe cromozomii 5*D*, 6*B* și 7*B*, iar genele pentru sensibilitate pe cromozomii 1*B*, 5*D* și 7*D*.

Cercetările cu privire la genetica rezistenței la rugina brună au remarcat un determinism monofactorial.

S-au pus în evidență numeroase surse de rezistență în cadrul sortimentului, cît și printre speciile înrudite.

Astfel, soiul Rannaia 12, Ceres și Lovrin 20 posedă gena *Lr*13 (provenind de la Klein 33), iar liniile Lovrin 25 și Lovrin 62 posedă alte gene de rezistență.

Gene de rezistență la atacul de rugină brună se găsesc la unele specii de grîu ca : *T. monococcum*, *T. timopheevi*, cît și genuri înrudite : *Aegilops* (*Aegilops umbellulata*) și *Agropyron* (*Agropyron intermedium*, *Agropyron trichophorum*, *Agropyron elongatum*).

Procedeele de creare a unor soiuri rezistente la rugină brună constau în : combinarea genelor pentru rezistență în faza de plantulă (folosind back-cross-ul și încrucișările simple sau complexe), combinarea genelor pentru rezistență în faza de plantă adultă (folosind încrucișările simple) și combinarea genelor pentru rezistență în faza de plantulă cu gene pentru rezistență în faza de plantă adultă (folosind back-cross-ul și încrucișarea).

*Rezistența la rugina galbenă (Puccinia striiformis).* La noi în țară, boala nu apare în fiecare an, ci în cicluri (1960—1961 ; 1976—1980), provocînd în aceste perioade pagube considerabile, practic egale cu cele produse de rugina brună.

S-au pus în evidență rasele de rugină galbenă răspîndite la noi în țară, precum și faptul că, la fel ca la celelalte rugini, există un determinism genetic specific.

Studiile efectuate în perioadele de epifiție puternică de rugină galbenă au pus în evidență prezența a 13 rase mai răspîndite, cît și faptul că apariția unor noi rase au făcut ineficace unele gene de rezistență ca *Yr*6, *Yr*7, *Yr*8, *Yr*9 (în perioada 1960—1965) și genele *Yr*2 și *Yr*3 (în perioada 1966—1967).

Și în cazul ruginei galbene a grîului au fost constatate două tipuri de rezistență : rezistența în faza de plantulă și rezistența în faza de plantă adultă.

Din cele 10 gene majore identificate care determină rezistența în faza de plantulă au rămas operante în condițiile din țara noastră numai trei : *Y*1 (identificată la soiul Chinese 166), *Y*5 (identificată la specia *T. spelta album*) și *Y*10 (identificată la soiul Aurora).

NEGULESCU și JOHANSON (1974) menționează și alte surse de gene, respectiv gene diferite de cele menționate.

Pentru rezistența în faza de plantă adultă sînt folosite ca surse genetice soiurile : Bezostaia 1, Mironovskaia 808 și soiuri aparținînd speciei *T. durum* (CEAPOIU și FLORICA NEGULESCU, 1983).

Încorporarea celor două tipuri de rezistență față de rugina galbenă se face folosind back-ross-ul repetat (2—3 generații) cît și încrucișările complexe.



Scanned with OKEN Scanner

*Rezistența la rugina neagră (Puccinia graminis).* În funcție de soi și rasele fiziologice ale agentului patogen, următoarele gene de rezistență prezintă dominanță totală sau parțială : $S_r 5$, $S_r 6$ ; $S 7$, $S_r 8$, $S_r 9$, $S_r 10$, $S_r 12$, $S_r 15$, $S_r 16$, $S_r 25$, $S_r 26$, $S_r 27$ și $S_r 29$, localizate în cromozomii $4B$, $6B$, $7A$, $2D$ și alții.

Sursele de rezistență sînt reprezentate prin soiuri ameliorate și alte specii de grîu.

Surse valoroase pentru rezistența grîului la rugina neagră au fost depistate și de cercetătorii de la I.C.C.P.T. Fundulea (Ionescu—Cojocaru) și colab. 1978, în cadrul colecției mondiale de soiuri.

Cele mai multe surse de rezistență au fost depistate în cadrul soiurilor din S.U.A., Argentina și Mexic. Rezistența surselor depistate (linii și soiuri) este totală sau absolută.

*Rezistența la făinare (Erysiphe-graminis).* Cercetările de genetică indică pentru rezistența la făinare a grîului genele majore : $P_m 1$, $P_m 2$, $P_m 3$ și $P_m 4$, $P_m 5$, $P_m 6$ și $P_m 7$ întîlnite la multe soiuri, gene cu acțiune independentă, dar și înlănțuite cu gene pentru alte însușiri sau caractere. Au mai fost identificate pentru această însușire și genele : $Ml_a$, $Ml_b$, $Ml_c$, $Ml_s$, $Ml_t$ și $Ml_u$, precum și genele $Ml_d$, $Ml_e$ și $Ml_c$. Astfel de gene au fost depistate atît în cadrul soiurilor ameliorate, cît și în cadrul unor specii de grîu.

Genele majore amintite sint localizate în următorii cromozomi : gena $P_m 1$, în cromozomul $7A$, gena $P_m$, în cromozomul $5D$, gena $P_{m3}$ în cromozomul $1A$, gena $P_{m4}$ în cromozomul $2A$, gena $P_{m5}$ în cromozomul $7B$, gena $P_{m6}$ în cromozomul $2B$ și gena $P_{m7}$ în cromozomul $1B$ (Florica Negulescu, 1978).

Pentru a fi folosite cu succes, în practica ameliorării sînt necesare cercetări și studii preliminare pentru identificarea genelor cu acțiune majoră și a surselor respective.

*Rezistența la mălură (Tilletia tritici).* Ca surse pentru rezistență sînt recomandate specii din cadrul genului Triticum monococcum, Triticum timopheevi, Triticum aestivum ssp., macha, Triticum durum și unele forme de spelta, compactum și vulgare, din cadrul lui Triticum aestivum. Sensibile la mălură sînt unele soiuri ameliorate, precum și speciile : Triticum dicoccoides, Triticum persicum (Pîrvu Theodora și Tusa Corina, 1973).

Testarea sau examinarea rezistenței soiurilor de grîu la mălură se face cu ajutorul infecțiilor artificiale. Sporii cu care se infectează boabele trebuie să provină din diferite regiuni ale țării, pentru ca să existe siguranța că sînt cuprinse toate rasele fiziologice existente în țară. În acest scop se procură spice infectate din diferite localități ; spicele se păstrează în borcane descoperite, îmbrăcate într-o pînză rară, într-un loc uscat și răcoros.

Infectarea boabelor se face folosind circa 100—500 boabe, care se pun într-un borcan de sticlă și se amestecă cu o mare cantitate de praf de spori.

*Rezistența la septorioză (Septoria tritici și Septoria nodorum).* În unii ani, favorabili atacului, boala provoacă pagube însemnate culturii grîului.

Cercetările de la noi și din străinătate scot în evidență rezistența diferențială la infecția diferitelor specii din cadrul genului Triticum. În funcție de genitori, însușirea de rezistență se transmite dominant sau transgresiv. În unele cazuri, rezistența se transmite recesiv iar sensibilitatea dominant.



Scanned with OKEN Scanner

Pentru rezistența la Septoria tritici există surse de rezistență sau material inițial de ameliorare, la care însușirea de rezistență se transmite dominant.

Gene pentru rezistență la această boală se găsesc în cadrul speciilor de grîu Triticum Beoticum, Triticum monococcum, Triticum dicoccum și Triticum timopheevi.

Genele de rezistență localizate în genul *A* de la Triticum beoticum se manifestă dominant, altele însă prezintă o dominanță incompletă (Pirvu THEODORA și colab., 1974).

Cele mai rezistente sînt formele de grîu din cadrul speciilor diploide, cît și din cadrul unor specii tetraploide. Pe lîngă genele pentru rezistență, există gene cu acțiune inhibitoare. În schimb, în cadrul speciilor hexaploide există foarte puține gene pentru rezistență.

Intensitatea cu care se manifestă dominanța completă sau incompletă, sau lipsa de dominanță în interacțiunea cu genele de sensibilitate variază în funcție de genitori. Formele hibride cu rezistență sporită rezultă din încrucișarea unor forme parentale la care însușirea se transmite cumulativ.

În toate cazurile în care este prezent genomul *G*, de la *Triticum timopheevii*, hibrizii manifestă o rezistență foarte bună. Prezența în cadrul combinațiilor hibride a unor forme parentale sensibile, la care lipsesc genele pentru rezistență determină apariția de hibrizi nerezistenți.

Bazele genetice ale *rezistenței la dăunători* sînt mai puțin cunoscute pînă în prezent.

Și rezistența la atacul dăunătorilor este o însușire genetică ereditară, de grade diferite, în funcție de soi și rasele dăunătorului, fiind determinată de acțiunea mai multor gene, îndeosebi în cazul musculiței de Hessa. Au fost puse în evidență genele dominante $H_1$ și $H_2$, gena semidominantă $H_3$ și gena recesivă $H_4$. Alți cercetători citează acțiunea simultană a unor gene parțial dominante și gene recesive. (MUREȘAN și CRĂCIUN, 1972).

### Determinismul genetic al însușirilor fiziologice

*Rezistența la ger* este o însușire genetică și fiziologică complexă. Ea are la bază un complex caracteristic de elemente fiziologice și biochimice care determină menținerea turgescenței și păstrării apei din interiorul celulei și în faza de intervenție a gerului, fără să aibă loc formarea gheții.

Ridicarea concentrației sucului celular și menținerea turgescenței obișnuite a celulei vii sînt factorii fiziologici de bază pentru rezistența la ger și secetă a grîului și altor plante cultivate.

Ereditatea rezistenței la ger este de tip polifactorial sau poligenic, fiind deci o ereditate cantitativă. Cercetările efectuate în scopul cunoașterii geneticii acestei însușiri sînt încă contradictorii. Majoritatea rezultatelor evidențiază faptul că rezistența la ger apare ca însușire genetică recesivă. De reținut însă, că sînt și cercetări care relefiază posibilitatea apariției de transgresiuni cu privire la rezistența la ger (avantajos pentru ameliorare). Pentru grîul de toamnă, mecanismul genetic pus în evidență menționează rolul deosebit al cromozomilor 1*B*, 1*D* și 7*A*, în condiționarea acestei însușiri.



Scanned with OKEN Scanner

Alte cercetări evidențiază participarea în manifestarea rezistenței la ger și iernat a grîului de toamnă a unor gene localizate în cromozomii 2*B*, 5*A* și 5*D* (AUSEMUS și colab., citat de MUREȘAN și CRĂCIUN, 1972).

*Rezistența la secetă*, la fel ca rezistența la ger, este o însușire fiziologică specifică. Are la bază factori genetici și se apreciază pe baza coeficientului de ofilire și a producției obținute în anii secetoși.

Rezistența la secetă este o însușire genetică complexă și este controlată de gene multiple. Prin hibridare între forme rezistente și forme nerezistente s-au obținut forme segregante transgresive, valoroase pentru procesul de ameliorare.

Deși au existat numeroase cercetări, rezistența la secetă este mai puțin cunoscută sub aspectul determinismului genetic și al modului de moștenire în descendență.

S-au găsit însă unele paralelisme între această rezistență și unele reacții și caractere fiziologice și morfologice, care pot fi utilizate drept criterii eficiente de selecție. Astfel, există paralelisme între rezistența la secetă și conținutul de apă greu schimbabil din frunze ; stabilitatea pigmenților foliari ; rezistența mai mare la coagulare a coloizilor hidrofili din frunză, mărimea și formarea bobului în condiții de secetă cît și prezența aristelor.

În ceea ce privește legătura dintre ariste și o producție mai mare de boabe în zonele secetoase, explicația constă în faptul că aristele îndeplinesc o activitate fotosintetică importantă, activitate ce se păstrează chiar după uscarea frunzelor în zonele secetoase.

*Rezistența la cădere.* Este una din importantele însușiri de soi apreciate la grîu. Rezistența la cădere depinde de talia plantei și de structura anatomo-morfologică a paiului (numărul și dezvoltarea fasciculelor libero-lemnoase, prezența inelului de sclerenchim etc.), elasticitatea paiului, dezvoltarea sistemului radicular etc.

Aprecierea rezistenței la cădere se poate face prin relația :

$$RC = MP \times MF \times MS,$$

în care :

*RC* este rezistența la cădere ;

*MP* — structura anatomică a peretelui tulpinii (grosimea și suprafața ;

*MF* — exprimă elementele anatomice privind numărul fasciculelor lemnoase interne, suprafața unui fascicul și suprafața totală, iar *MS* oglindește grosimea inelului de sclerenchim, suprafața sclerenchimului și alte elemente ale sclerenchimului.

Pentru determinarea indicelui de corelație dintre elementele analizate și însușirea generală de rezistență, BRAVAIS-PEARSON propune formula :

$$r = \frac{\sum(x+\bar{x})\ \sum(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2\ (y-\bar{y})^2}},$$



Scanned with OKEN Scanner

în care :

$r$ — reprezintă indicele de corelație dintre elementele anatomo-morfologice analizate, $\bar{x}$ și $\bar{y}$ — medii aritmetice ale valorilor de frîngere a paiului, $x$ și $y$ — valorile individuale ale determinărilor microscopice. Metoda a fost preconizată pentru cerealele păioase, de către MILICĂ și colab. (1967).

Activitatea de ameliorare se desfășoară în cele mai dese cazuri în direcția obținerii de soiuri pitice și semipitice cu pai tare și rigid, potrivit pentru zone lipsite de vînturi puternice, capabile să reziste la cădere în condițiile intensificării producției agricole și deci să poată fi recoltate mecanizat. Există astăzi posibilitatea obținerii unor astfel de soiuri întrucît sînt cunoscute și pot fi folosite genele de piticire.

În anumite situații, zonele cu vînturi puternice, soiurile cu pai scurt și rigid nu sînt potrivite deoarece nu rezistă la frîngerea paiului și pentru aceste zone se creează soiuri cu pai elastic și nu neapărat pitice.

**Determinismul genetic al duratei de vegetație.** Durata de vegetație este o însușire complexă care cuprinde mai multe componente elementare. În aprecierea acestei însușiri este important de cunoscut data înspicatului și data ajungerii la maturitate. În funcție de aceste date s-au constatat diferențe între genotipuri în ce privește durata între înspicat și maturitate. Nu totdeauna soiurile care înspică mai repede au și o perioadă mai scurtă de vegetație.

În funcție de genitorii folosiți, s-a pus în evidență faptul că precocitatea poate fi monogenică sau plurigenică. Folosind metoda substituției cromozomale, s-a reușit să se identifice și localizarea genelor pentru precocitate și anume ele sînt situate în cromozomul 7*B*.

Genetica precocității a fost cercetată mai ales în funcție de durata diferitelor faze de vegetație. Astfel, înspicatul, înfloritul și maturizarea se comportă în $F_1$ ca însușiri intermediare. În $F_2$ apare o variabilitate de forme, unele apropiate de cele parentale, altele intermediare sau cumulative, (mai timpurii sau mai tardive decît formele parentale).

Privitor la precocitatea sau durata vegetativă scurtă la plantele anuale, unii cercetători susțin că aceasta domină asupra duratei vegetative lungi, pe cînd alți cercetători consideră că tardivitatea se comportă ca însușire dominantă față de precocitate.

O serie de cercetători, printre care și cunoscutul genetician NILSSON-EHLE, stabilesc că perioada de vegetație a plantelor se comportă de cele mai multe ori ca o însușire ereditară transgresivă. Această comportare diferită a precocității în hibridări se explică prin prezența unui număr mare de factori ereditari cu acțiune independentă și cu intensitate de manifestare diferită, dependentă și de condițiile de mediu.

Formele hibride obținute prin încrucișarea formelor parentale deosebite din punct de vedere al duratei de vegetație sau cele rezultate din încrucișarea formelor de primăvară cu cele de toamnă prezintă o dezbinare foarte complexă, începînd cu generația a doua hibridă.

Numărul mare de factori ereditari care intervin în aceste hibridări provoacă o dezbinare de tip polihibridă și o variabilitate mare a formelor



Scanned with OKEN Scanner

hibride. Apar atît forme intermediare, cît și forme care depășesc limita caracteristică tipurilor parentale.

Cea mai bună cale de cercetare genetică a precocității o prezintă hibridările dintre soiurile precoce și cele tardive.

Aprecierea perioadei de vegetație se face prin notarea zilelor de la răsărit pînă la înspicat.

Indicele de înspicare pentru factorii aditivi se determină după formula preconizată de MATHER :

$$4F_2 = (2F_1 + P_1 + P_2),$$

în care :

$F_2$ reprezintă indicele de înspicare (numărul de zile răsărit-înspicat) al plantelor hibride $F_2$ ;
$F_1$ — indicele de înspicare al plantelor hibride $F_1$ ;
$P_1$ — indicele de înspicare pentru genitorul $P_1$ ;
$P_2$ — indicele de înspicare pentru genitorul $P_2$.

Relația din formulă trebuie să dea valori egale sau mult apropiate. Aceleași valori apropiate sau egale trebuie să se obțină și după formula testului Mather :

$$\frac{P_1 + P_2}{2} = F_1.$$

Valorile obținute scot în evidență prezența factorilor aditivi și lipsa fenomenului dominanței.

Numeroasele cercetări efectuate la grîu cu privire la caracterele și însușirile acestei plante au permis stabilirea locului pe care-l ocupă genele pe diferiți cromozomi. În tabelul 3 se prezintă localizarea genelor pe cromozomi la o serie de însușiri și caractere ale grîului.

*Tabelul 3*

Localizarea genelor, care determină însușirile de soi, pe cromozomi la grîu

| Însușirea | Cromozomii în care sînt localizate genele respective |
|---|---|
| Pai scurt | *2B, 4B, 2D* |
| Lungimea internodiilor | *2A* |
| Lungimea paiului | *2A, 2B, 4B, 3A, 4D, 5D, 2D, 3D, 3B, 4A, 6A, 6B, 7B, 7D, 4B* |
| Rezistența la cădere | *1A, 5D, 6B, 7A* |
| Grosimea paiului | *1A, 1D, 2A, 4A, 4B, 5A, 5B, 5D, 6A, 6B, 6D, 7B* |
| Rezistența la rugina galbenă | *2A, 3B, 4B, 4A, 5A, 6A, 5B, 6B* |
| Rezistența la rugina brună | *1A, 1B, 2A, 4B, 5A, 5D, 3B, 6B, 7B* |
| Rezistența la musca de Hessa | *1A, 5A* |
| Mărimea bobului | *4A* |
| Consistența bobului | *5D* |
| Greutatea bobului | *1B, 4D, 4A, 5B, 6A, 6B, 6D* |
| Dezvoltarea frunzei | Toți cromozomii, exclusiv *1B, 2D, 7A* |
| Fertilitatea | Toți cromozomii |
| Maturizarea bobului | *1A, 1B, 1D, 2D, 3A, 3B, 4A, 4D, 6A, 6B, 6D, 7B, 7D, 2A, 2B, 3D, 4B, 5B, 5D, 5A, 7A* |



Scanned with OKEN Scanner

| Însușirea | Cromozomii în care sînt localizate genele respective |
|---|---|
| Capacitatea de înfrățire | *1B*, *2A*, *2B* |
| Capacitatea de producție | Toți cromozomii, exclusiv *1A*, *2B*, *2D*, *4D* |
| Conținutul de proteine | *1D*, *3D*, *4D*, *5A*, *5B*, *7B* |
| Lungimea spicului | Toți cromozomii, exclusiv *1B*, *5A*, *6D* |
| Dezvoltarea spiculețului | *2A*, *2B*, *2D* |

**Controlul genetic al principalelor caractere și însușiri la grîu.** Cercetările au pus în evidență controlul genetic al majorității caracterelor și însușirilor la grîu și care este redat sintetic în tabelul 4.

*Tabelul 4*

Numărul și tipul de acțiune al genelor implicate în determinarea caracterelor la grîu

| Caracterul sau însușirea | Controlul genetic |
|---|---|
| **Caracterul spicului** | |
| 1. Aristare, lungimea aristei, forma aristei, lipsa aristei, tipul inflatum, tipul fureatum | 1—4 gene recesive<br>2 gene dominante<br>1 genă dominantă *G* și<br>1 genă inhibitoare |
| 2. Aristare, lungimea aristei, forma aristei, lipsa aristelor | 4 gene majore ($B_1$, $B_2$, *A*, *Hd*). Gena *A* stimulează dezvoltarea aristelor. Genele $B_1B_2$ (gene inhibitorii) determină lipsa aristelor |
| 3. Culoarea neagră a aristelor | 1—2 gene dominante |
| 4. Ariste glabre | 1 genă recesivă de bază sau mai multe gene modificatorii<br>1—2 gene dominante |
| 5. Perozitatea spicului | 1—2 gene dominante<br>1 alelă multiplă |
| 6. Lungimea spicului, numărul spiculețelor, densitatea spicului | Gena dominantă *G* acționează asupra lungimii spicului pe care-l scurtează<br>Gena dominantă *S* lungește spicul<br>Genele $L_1L_2L_3$ acționează atît asupra lungimii spicului, cît și asupra numărului spiculețelor<br>Gene care acționează numai asupra numărului spiculețelor |
| 7. Ramificarea spicului | Gene recesive cu acțiune asemănătoare |
| **Caracterele bobului** | |
| 1. Culoarea albă a bobului | 3 gene aditive |
| 2. Culoarea violetă a bobului | 2 gene dominante |
| 3. Lungimea bobului | 2 gene dominante, 1 genă recesivă<br>1 genă pleiotropă |
| 4. Forma bobului | 2 gene dominante și 1 genă recesivă |
| 5. Sticlozitatea bobului | 1 genă de bază și mai multe gene modificatoare |
| **Caracterele vegetative ale plantei** | |
| 1. Lățimea frunzei | 1 genă dominantă |
| 2. Înălțimea paiului | Mai multe gene cu acțiune identică |



Scanned with OKEN Scanner

| Caracterul sau însuşirea | Controlul genetic |
|---|---|
| 3. Forma pai scurt | 1—2 gene dominante<br>3 gene aditive |
| 4. Grosimea paiului | Mai multe gene cu acţiune identică |
| 5. Forma tufei | 1 genă |
| **Caractere biologice** | |
| 1. Precocitatea | Genele *E* şi $P_e$, situate în cromozomul 7*B*<br>Mai multe gene cu acţiune identică |
| 2. Rezistenţa la ger | Gene multiple parţial independente |
| 3. Rezistenţa la secetă | Gene multiple |
| 4. Rezistenţa la scuturare | 1 genă recesivă sau 2 gene dominante |
| 5. Rezistenţa la cădere | 1—2 gene recesive sau mai multe gene cu acţiune identică |
| 6. Rezistenţa la rugina neagră (Puccinia graminis) | Gena *S* 15, gena *S* 6, 1—2 gene dominante, 1—2 gene recesive |
| 7. Rezistenţa la rugina brună (Puccinia recondida) | Genele $Lr_1$—$Lr_2n$. Genele $Lr_7$ şi $Lr_8$ |
| 8. Rezistenţa la rugina galbenă (Puccinia striiformis) | Gena dominantă $G_1$—1, genele $Y_r2$, $Y_r3$ şi $Y_r4a$, $Y_r3b$, $Y_r3c$, $Y_r4b$, genele $Y_r5$, $Y_r9$, $Y_r7$ |
| 9. Rezistenţa la mălură (Tilletia tritici) | 1 genă dominantă şi doi loci recesivi |
| 10. Rezistenţa la tăciunele zburător (Ustilago tritici) | Mai multe gene dominante |
| 11. Rezistenţa la făinare (Erysiphe graminis) | Un număr mare de gene, dintre care genele $Ml_t$ şi $Ml_t$ |
| 12. Rezistenţa la fusarioză (Fusarium sp.) | 3 gene dominante *A*, *B*, *C*, cu acţiune epistatică |
| 13. Rezistenţa la musca de Hessa (Phytophaga destructor) | Genele dominante $H_1$, $H_2$, genele incomplet dominante $H_3H_5$, cinci gene recesive, cinci gene parţial dominante |

## 2.3. DETERMINISMUL GENETIC AL PORUMBULUI

**Mecanismul genetic al hibrizilor.** Comportarea genetică ereditară a hibrizilor de porumb din prima generaţie este redată în tabelul 5.

*Tabelul 5*

Comportarea hibrizilor de porumb în prima generaţie hibridă ($F_1$)

| Caracterul sau însuşirea | Comportarea în $F_1$ |
|---|---|
| Forma ştiuletelui | domină forma conică sau turtită asupra formei cilindrice ; domină forma cilindrică asupra formei ramificate ; sînt dese cazurile de comportare intermediară sau dominanţă necompletă |
| Lungimea ştiuletelui | prezintă atît dominanţă, cît şi comportare cumulativă sau intermediară |
| Forma bobului | prevalează forma bob rotund asupra formei dinte de cal ; prezintă o comportare intermediară ; sînt şi cazuri cînd prevalează forma dinte de cal asupra formei bob rotund |



Scanned with OKEN Scanner

| Caracterul sau însușirea | Comportarea în $F_1$ |
|---|---|
| Culoarea ciocălăului | în toate cazurile domină culoarea roșie a ciocălăului |
| Culoarea bobului | prezintă o comportare complexă, după ereditatea în mozaic |
| Numărul rîndurilor de boabe | predomină comportarea intermediară |
| MMB | de cele mai multe ori prezintă o comportare intermediară |
| Procentul de boabe | prezintă atît o comportare cumulativă, cît și alte categorii de comportare |
| Producția de boabe | prezintă mai des o comportare cumulativă, și apoi intermediară |
| Conținutul de proteine | prezintă o comportare cumulativă, intermediară, mai rar dominantă |
| Conținutul de amidon | se comportă cumulativ sau intermediar |
| Conținutul de grăsimi | cumulativ, dominant și intermediar |
| Conținutul de celuloză | majoritatea hibrizilor prezintă un conținut de celuloză mai mic decît formele parentale |
| Sistemul radicular | adesea cumulativ, hibrizii avînd un sistem radicular mai dezvoltat decît formele parentale |
| Înălțimea tulpinii | prevalează de cele mai multe ori caracterul genitorului cu tulpina mai înaltă |
| Grosimea tulpinii | se comportă de cele mai multe ori cumulativ, grosimea tulpinii hibridului depășind grosimea tulpinii genitorilor |
| Numărul nodurilor și internodiilor | se comportă ca un caracter intermediar |
| Lungimea internodiilor | dominantă parțială |
| Lăstărirea | prezintă o comportare intermediară |
| Perioada de vegetație | se comportă adesea ca însușire intermediară, se poate provoca și o comportare cumulativă, adică forma cu durata lungă de vegetație obținută prin încrucișarea a două forme precoce |
| Rezistența la boli | dominantă incompletă sau comportare intermediară, după caz |

**Determinismul genetic al caracterelor morfologice.** Majoritatea caracterelor și însușirilor de soi manifestă o ereditate complexă și un sistem poligenic specific.

*Înălțimea plantei* este determinată poligenic. Genele pentru talie înaltă sînt cu acțiune dominantă, iar cele pentru talie joasă recesive.

Cunoașterea determinismului genetic al înălțimii plantei la porumb prezintă importanță în realizarea unor hibrizi pitici. Se știe că apariția fenotipurilor este determinată de acțiunea a mai mult de 10 gene recesive independente, care reduc tulpina cu 1/2 pînă la 4/5. Cele mai importante dintre aceste gene recesive sînt cele de tip brahitic și anume *br*-1, *br*-2 și *br*-3, care scurtează în mod accentuat internodiile tulpinale situate sub punctul de inserție al știuleților, în timp ce restul părților plantei nu suferă nici o modificare. Se preconizează utilizarea genelor ce determină tipul brahitic în ameliorarea porumbului, în vederea obținerii unor hibrizi pitici.



Scanned with OKEN Scanner

*Sistemul radicular* este un caracter oligogenic, în determinarea căruia intervin gene cu manifestare specială. Astfel, pentru inhibarea dezvoltării rădăcinilor de porumb intervine o genă recesivă care exteriorizează plantele cu sistem radicular slab dezvoltat, sensibile la cădere.

*Culoarea frunzelor* este caracteristică soiurilor și hibrizilor și se datorează unui număr mare de gene situate în toți cromozomii. Pentru dezvoltarea normală a clorofilei intervin peste 100 gene.

Pentru fiecare din aberațiile clorofiliene intervine o singură genă, homozigotă, recesivă. Genele *f*, $j_1$ și $j_2$ controlează striațiunea frunzelor ; gena *g*, culoarea galbenă ; gena $a_2$, culoarea verde-argintie a frunzelor de porumb, iar genele $nl_1$ și $nl_2$ determină dezvoltarea frunzelor înguste. Plantele galbene de tip luteus sînt determinate de genele $a_1$, $a_2$, $n_2$, $m_1$ *și* $m_2$. Pentru tipul „virescens" acționează genele de seria V.

În precizarea culorii frunzelor și plantelor în întregime intervin genele $A_1$, $A_2$, *B*, *Pl* și *R*, descoperite de către EMERSON și colab. (MUREȘAN și CRĂCIUN, 1971). În funcție de interacțiunea, dominanța sau recesivitatea lor se pot întîlni următoarele cazuri : plante de culoare purpurie, cu genele $A_1A_2B\ Pl$ ; plante de culoare roșu purpuriu, cu genele $A_1A_2B\ Pl\ r$ ; plante de culoare roșu-deschis, cu genele $A_1A_2\ b\ pl$ ; plante purpuriu-deschis, cu genele $A_1A_2\ b\ Pl\ r$ ; plante de culoare cenușie, cu genele $A_1a_2\ B\ Pl$ ; plante de culoare verde, cu genele $a_1a_2\ b\ pl\ r$.

*Lungimea știuletelui* este determinată de o serie de gene, unele situate în cromozomii 1, 2 și 8.

*Înspicatul* este determinat de gene situate în cromozomii 3, 5 și 8.

Alte gene care intervin în stabilirea unor caractere morfologice la porumb sînt redate în tabelul 7. *Tipul endospermului* este determinat de mai multe gene, și anume : genele recesive $sh_1$ și $sh_2$, pentru endospermul zbîrcit ; genele de tip *fl*, pentru structura făinoasă a endospermului, iar gena *wx* pentru endospermul ceros. Zbîrcirea boabelor la porumbul zaharat este controlată de genele $ga_1$, $sh_1$, iar pentru endospermul făinos intervin și genele $Ga_s$ *și* $Cu_a$ situate în cromozomul 4.

Genele $Ts_3$ și *ba*, $ts_2$ și *Sk* precizează sexualitatea. În acest sens intervin genele *tl*, *ts* și altele. Gena *tl* determină lipsa paniculului, gena $ba_2$ controlează și determină lipsa de formare a știuleților, iar gena *tb* în stare recesivă și homozigotă provoacă formarea paniculului în locul știuletelui. Genele $ts_1$ și $ts_2$ determină dezvoltarea stigmatelor în cadrul inflorescenței mascule, precum și a florilor mascule unice în cadrul inflorescențelor femele. Gena $ts_1$ este localizată în cromozomul 2 ; $Ts_2$, $ts_3$ și $ts_6$ în cromozomul 1, iar $ts_4$ în cromozomul 3.

Plantele cu formula genică $ts_1\ ts_1\ tl\ tl$ sînt de tip femel cu mare capacitate de înfrățire, iar plantele de tip genic $ts_2\ ts_2\ tl\ tl$ sînt caracterizate prin panicul hermafrodit. Din interacțiunea acestor gene sau acțiunea lor individuală rezultă toate anomaliile sexuale ale porumbului.

La porumb a fost identificat fenomenul androsterilității. S-a constatat acțiunea a cca 20 gene recesive *(ms)* care, în stare homozigotă, produc sterilitatea masculă. Androsterilitatea poate fi controlată și de interacțiunea dintre plasmagene și gene nucleare în stare recesivă.



Scanned with OKEN Scanner

Restaurarea fertilității porumbului, în cadrul androsterilității nucleo-citoplasmatice, este hotărîtă de prezența unor gene nucleare în stare dominantă. Astfel, genele complementare $Rf_1$ și $Rf_2$ restaurează fertilitatea polenului în citoplasma *T* (Texas) și o genă dominantă $Rf_3$ restaurează fertilitatea polenului în citoplasma *S*. Aceste gene se moștenesc în mod independent, gena $Rf_1$ fiind localizată aproape de centromer în cromozomul 3.

**Determinismul genetic al producției și calității.** Elementele de producție ale porumbului sînt : numărul plantelor fertile la unitatea de suprafață, numărul și mărimea știuleților la plantă, numărul rîndurilor de boabe pe știulete, greutatea boabelor pe știulete, procentul de boabe și MMB.

Atît producția, cît și calitatea sînt însușiri genetice complexe condiționate de gene majore și totodată influențate destul de mult și de factorii externi. Cele mai multe dintre genele care afectează elementele de producție sînt gene multiple cu efecte cumulative.

Pentru obținerea de hibrizi productivi, se are în vedere interacțiunea genică, comportarea genotip-mediu, comportarea transgresivă, cumularea de gene favorabile cît și menținerea echilibrului genetic și adaptarea la mediu.

Selecția după performanțele descendenților și selecția recurentă pentru capacitatea generală de combinare asigură realizarea producției la nivel ridicat. Selecția concomitentă după mai multe elemente de producție este calea cea mai bună de obținere de porumb productiv, cu gene valoroase în interacțiunea pozitivă.

La porumb, proteinele se găsesc în proporție de 80% în endosperm, 17% în embrion și 3% în părțile periferice ale bobului. Dintre proteinele porumbului, zeina reprezintă cea mai mare parte (45%), fiind urmată de gluteine (35%) și globuline (20%). Cele trei fracții proteice diferă în ceea ce privește prezența și proporția diferiților aminoacizi și în special a aminoacizilor esențiali.

Este cunoscut, de asemenea, faptul că în timp ce în endosperm proteinele sînt reprezentate în special prin zeină, în embrion proteinele sînt formate în primul rînd din globuline (70%), care conțin atît lizină cît și o cantitate mare de triptofan.

Din această cauză, proteinele din embrion sînt cunoscute sub numele de proteine echilibrate, fiind bogate în aminoacizi esențiali, iar cele din endosperm se numesc proteine neechilibrate, deoarece sînt sărace în aminoacizi esențiali și bogate în aminoacizi neesențiali (acid-glutamic, leucină, alanină).

Genele mutante $o_2$ și $fl_2$, care influențează calitatea porumbului, sînt asociate îndeosebi cu sporirea conținutului de lizină și triptofan. Boabele de porumb bogate în lizină se recunosc după consistență și densitate ; boabele purtătoare de gene $o_2$ prezintă un endosperm opac, de unde și denumirea de opaque dată genei recesive care o determină. Aspectul opac al bobului este unul dintre criteriile de selecție a calității. Masa a 1 000 de boabe (MMB) este mai mică la cele opace, iar higroscopicitatea mai mare.



Scanned with OKEN Scanner

Caracterul de bază al porumbului $o_2$ și $fl_2$ constă în conținut ridicat de lizină și scăzut în zeină. Acumularea lizinei în bob se face pe seama scăderii conținutului de zeină și creșterii proporției celorlalte fracții proteice. Porumbul bogat în lizină este mai rezistent la temperaturi scăzute și se maturizează mai încet, acumulînd cantități mari de substanțe de rezervă. Ameliorarea dispune de forme mutante $o_2$ și $fl_2$ de diferite proveniențe, lucru important pentru obținerea analogilor valoroși, care servesc ca material inițial de ameliorare sau ca noi surse $o_2$ și $fl_2$.

Hibrizii care conțin gena $o_2$ au un heterozis redus comparativ cu omologii normali. Liniile consangvinizate cu gena $o_2$ în stare recesivă și homozigotă și cu proteină de calitate superioară sînt cele mai valoroase forme parentale. Sporirea conținutului de lizină din bobul de porumb, sub influența genei $o_2$ a fost dovedită de toate experiențele executate pînă în prezent. Se mai constată că prezența genei $o_2$ nu determină modificări negative privitoare la conținutul de ulei, amidon și alte elemente de calitate.

Cercetările cu privire la ereditatea conținutului de proteină în endospermul boabelor de porumb au arătat că acumularea proteinei se manifestă ca o însușire cantitativă complexă fiind condiționată poligenic (SPRAGUE, 1955). Astfel, EAST și JONES (1920) constată o dominanță parțială a conținutului scăzut în proteină și totodată condiționarea poligenică a acestuia. FREY (1949), pe baza rezultatelor obținute, stabilește dominanța conținutului scăzut de proteine și arată că cel puțin 22 de gene controlează acest caracter, iar dintre acestea numai cîteva sînt principale, în timp ce restul exercită o acțiune modificatoare.

Cercetările întreprinse de FREY (1949), MC GOWEN (1966), CABULEA și ZETEA (1973) evidențiază strînsa corelație între conținutul de proteină și zeină și indică necesitatea ca lucrările de selecție pentru calitatea proteinelor să fie dirijate spre reducerea raportului dintre zeină și proteină. S-a constatat o dominanță a conținutului scăzut de zeină, care este determinată de circa șase gene. CABULEA și ZETEA (1973) determină coeficientul de eritabilitate al principalilor aminoacizi care intră în constituția proteinei din bobul de porumb găsesc valori ridicate ale acestuia pentru : lizină, histidină, arginină, leucină, prolină, acid aspartic și gruparea fenilalanină. O dată cu punerea în evidență a efectelor genice ale mutantelor $o_2$ și $fl_2$ asupra raportului dintre fracțiunile proteice și în sporirea conținutului de aminoacizi esențiali de către MERTZ și colab. (1964) s-au deschis posibilități vaste de îmbunătățire a calității proteinelor din porumb.

Interacțiunea dintre gena $o_2$ și gena $su_2$ duce la îmbunătățirea unor însușiri fizice importante ale endospermului, precum și la sporirea conținutului de lizină și triptofan (GLOVER, 1972). Încorporarea celor două gene de calitate, care sînt recesive, se realizează prin back-cross-uri repetate, deosebirea față de formele inițiate fiind un conținut sporit de lizină. Deși simultan cu gena $o_2$ se transmit înlănțuit și unele caractere nedorite, prin metode speciale se pot înlătura aceste înlănțuiri (ALEXANDER și colab. 1969 ; VILLEGAS, 1972).



Scanned with OKEN Scanner

S-a constatat că variațiile conținutului de amidon al boabelor de porumb sînt genotipice și nu sînt determinate de mărimea boabelor (ACKER, 1967).

Executînd hibridări directe și reciproce la un număr de linii, GARWOOD, WEBER, LAMBERT și ALEXANDER (1970) constată că modificările în conținutul de ulei la hibrizii reciproci sînt importante, sporind cu cca 3% față de hibrizii direcți. Diferențele constatate sînt determinate de mărimea embrionului, de conținutul de ulei din embrion și de distribuția acizilor grași în bob. Modificările amintite se datorează formei parentale materne.

CURTIS și LENG (1968) au dovedit necesitatea selecției în direcția măririi embrionului, în vederea sporirii conținutului de ulei în bob.

Pentru aprecierea capacității de transmitere a elementelor biochimice care condiționează calitatea, de mare importanță este analiza efectelor additive, precum și analiza genetică a formelor parentale.

WIDSTROM și JELLUM (1975) propun cercetarea determinismului genetic și ereditatea conținutului de acizi grași după metoda analizei unui singur bob. Se constată o acțiune additivă predominantă a conținutului acizilor palmitic, oleic și linoleic, în timp ce sursele variației additive și de dominanță sînt aproape de importanță egală pentru acidul stearic.

Cercetările întreprinse de PONELEIT și BAUMAN (1970) scot în evidență o serie de date privitoare la ereditatea conținutului de ulei la porumb. Astfel, varianța genetică additivă este semnificativă în cazul conținutului de ulei, iar efectele de dominanță sînt mici în comparație cu cele additive. Controlul genetic al compoziției acizilor grași poate fi foarte variabil. Gena dominantă pentru conținutul scăzut de acid linoleic și conținutul ridicat de acid oleic controlează aproape 10—13% din acizii grași nesaturați. Atît conținutul, cît și calitatea uleiului sînt influențați într-o măsură mult mai mare de factorii genetici decît de factorii mediului, denotînd o eritabilitate mare a acestora.

Conținutul de ulei și compoziția acizilor grași sînt supuse unui control genetic prin loci cu acțiune genică additivă. Sistemele de ameliorare, selecția în masă și recurentă, folosind varianța additivă sînt eficace.

Pe baza analizei formelor parentale este posibilă prognosticarea distribuțiilor potențiale ale acizilor grași în ulei la combinațiile hibride.

Calitatea proteinei este determinată de un număr mare de gene, mai mare decît pentru conținutul de proteină. Se știe că numărul genelor care determină formarea diferiților aminoacizi, printre care triptofanul, leucina, valina ș.a., variază între 6—25.

S-a arătat că o mare influență asupra calității bobului de porumb o prezintă genele mutante $o_2$ și $fl_2$. Gena $o_2$ care determină endospermul opac, este situată în cromozomul 7, iar gena $fl_2$ în cromozomul 4. Prezența acestor gene intervine în calitatea proteinei, modificînd conținutul de aminoacizi, așa cum rezultă și din tabelul 6, din care se vede acțiunea pozitivă a genelor $o_2$ și $fl_2$, asupra conținutului de aminoacizi esențiali din bobul de porumb.



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 6*

Conținutul în aminoacizi al proteinei endospermului, (în g la 100 g proteină) la porumbul normal și la care posedă genele, $o_2$, $fl_2$ (NELSON, 1967)

| Aminoacizi | Linia W 64 A normală (g/100 g proteine) | Linia W 64 A cu gena $o_2$ (g/100 g proteine) | Linia W 64 A cu gena $fl_2$ (g/100 g proteine) |
|---|---|---|---|
| Lizină | 1,6 | 3,7 | 3,3 |
| Triptofan | 0,3 | 0,7 | 0,8 |
| Histidină | 2,9 | 3,2 | 2,6 |
| Arginină | 3,4 | 5,2 | 4,5 |
| Acid aspartic | 7,0 | 10,9 | 9,2 |
| Glucină | 3,0 | 4,7 | 3,4 |
| Acid glutamic | 26,0 | 19,8 | 19,1 |
| Alanină | 10,1 | 7,2 | 8,0 |
| Leucină | 18,8 | 11,6 | 13,3 |
| Fenilalanină | 6,5 | 4,9 | 5,1 |
| Tirozină | 5,3 | 3,9 | 4,5 |
| Metionină | 2,0 | 1,8 | 3,2 |

Cercetările arată că pentru sporirea conținutului de lizină, acțiunea genelor $o_2$ și $fl_2$ începe la 20—25 zile de la fecundație, iar maximum de lizină din bob se acumulează la maturitatea completă. În fazele înaintate de vegetație, conținutul de lizină a formelor $o_2$ și $fl_2$ se apropie de conținutul porumbului obișnuit. Acumularea lizinei nu are loc în părțile vegetative ale porumbului, din care cauză ameliorarea în vederea sporirii conținutului de lizină se recomandă să se facă la porumbul pentru boabe.

Numeroase cercetări au pus în evidență determinismul genetic al altor componente chimice ale bobului (MUREȘAN și CRĂCIUN, 1971). Astfel, pentru formarea amidonului intervine gena dominantă *Wx*, alături de alte gene complementare, iar dezvoltarea endospermului este condiționată de gena dominantă *Sh*.

Calitatea sau componentele amidonului sînt de asemenea condiționate genic. O serie de trei gene (*su*, *du* și $su_2$) determină formarea amidonului bogat în amiloză (cca 65%); dintre gene, cea mai activă este gena $su_2$. Gena *su* și *du* acționează mai bine în colaborare reciprocă. Cele trei gene recesive (*su*, *du*, $su_2$), acționînd împreună, activează formarea amilozei în amidonul de porumb, pînă la 77—78%. Singure, genele amintite, nu stimulează formarea de cantități mari de amidon, scăzînd astfel producția totală de amidon. Acest neajuns poate fi modificat prin găsirea altor sisteme genetice. Corelația negativă dintre conținutul total de amidon și conținutul de amiloză trebuie înlăturată prin metode științifice genetice, de ameliorare.

Cercetările întreprinse de către KRAMER și colab. (1958) scot în evidență variabilitatea însușirilor fizico-chimice ale hidraților de carbon din bobul de porumb sub acțiunea și interacțiunea genelor recesive : *al*, *du*, $su_1$, $su_2$ *și* *wx*, care modifică raportul amiloză/amilopectină. Acționînd în mod izolat, gena *al* determină o sporire accentuată a conținutului de amiloză, gena $su_1$ (localizată în brațul scurt al cromozomului 4) determină formarea unui endosperm zbîrcit, bogat în glicogen, iar gena *wx*, situată în cromo-



Scanned with OKEN Scanner

zomul 9, determină formarea endospermului ceros și acumularea amilopectinei. Și cercetările întreprinse de KRAMER (citat după CRĂCIUN și ANGELA CIOFU, 1970) evidențiază influența genei recesive homozigote *al* în determinarea unui conținut sporit de amiloză, dar subliniază că acest efect este maxim în prezența genelor *du*, *su*, $su_2$ și *wx*.

Spre deosebire de raportul normal de 25% amiloză și 75% amilopectină din amidonul normal, prezența genei *wx* poate spori conținutul de amilopectină pînă la 100% (caracter genetic al porumbului ceros). Sistemul genetic amintit permite obținerea de hibrizi de porumb bogați în amilopectină, folosind genele *wx* și *du* (gena *du* este situată în cromozomul 10). Acțiunea genei $su_1$ determină formarea de boabe bogate în substanțe zaharate (bob zbîrcit), dar această acțiune a genei $su_1$ este și mai accentuată în prezența genei $su_2$.

Conținutul de ulei al bobului de porumb este un caracter genetic ereditar poligenic, pentru ameliorare, interesează genele pentru mărimea embrionului (sediul uleiului), genele pentru conținutul de ulei și genele care determină conținutul diferiților acizi grași. Analizele făcute de WIDSTROM și JELLUM (1976) arată că diferențele în conținutul acizilor oleic și palmitic, la liniile cercetate, au fost controlate de o singură genă. În cazul conținutului de acid linoleic intervin două sau mai multe gene, una cu acțiune parțial dominantă, iar cealaltă cu acțiune recesivă.

**Determinismul genetic al rezistenței la boli și dăunători.** Porumbul este atacat de următoarele boli importante : tăciunele comun (*Ustilago zeae* sin. *Ustilago maydis*), fuzarioza (*Fusarium sp.*), helmintosporioza (*Helmintosporium turcicum*) și rugina (*Puccinia sorghi f. maydis*).

Diferitele rezistențe la boli sînt însușiri genetice cu o complexitate diferită, de cele mai multe ori polifactoriale. Numărul genelor care determină această rezistență variază de la un genotip la altul și de la un agent la altul.

*Rezistența la tăciunele comun (Ustilago zeae).* În controlul genetic al rezistenței intervin genele $P_n$ (gena fundamentală sau principală) și genele $S_n$, $U_n$, $S_4$ și $W_4$, localizate în cromozomii 4, 5 și 9.

Transmiterea rezistenței se realizează cu ajutorul hibridărilor apropiate și îndepărtate. Se presupune că la hibrizi, datorită heterozisului, are loc o creștere rapidă și luxuriantă a țesuturilor meristematice și ca efect indirect se mărește susceptibilitatea la tăciune.

*Rezistența la fuzarioză (Fusarium moniliforme* și *Fusarium gramineum).* Boala atacă porumbul în toate fazele de vegetație. Prezintă o rezistență complexă, poligenică. Genotipurile parentale și interacțiunea lor reciprocă prezintă un rol important în determinarea rezistenței la fuzarioză (MANOLIU și MONG, 1973). Reacția liniilor consangvinizare și a hibrizilor la infecția artificială este sub influența factorilor externi, iar genele de bază care intervin prezintă acțiune aditivă și neaditivă (CĂBULEA și colab., 1976).

Determinismul genetic al rezistenței la fuzarioză a porumbului este relativ bine cercetat, rezistența rezultînd în baza unei interacțiuni genetice complexe în cadrul căreia dominanța, epistazia și aditivitatea au rol esențial.



Scanned with OKEN Scanner

MANOLIU și MONG (1973) constată că în determinismul genetic al reacției porumbului la infecția cu *Fusarium*, la efectele de aditivitate (de dominanță) se mai adaugă o serie de interacțiuni și anume aditiv×dominant sau dominant×dominant.

În cazul infecției pe știulete, cea mai mare contribuție genetică o au interacțiunile dominant×dominant (*dd*) și aditiv×dominant (*ad*), alături de acțiunea genelor dominante (*d*). Comportare genetică asemănătoare se întîlnește și în cazul infecției pe tulpină.

*Rezistența la helmintosporioză (Helminthosporium turcicum).* Determinismul genetic al rezistenței la helmintosporioză a porumbului este cunoscut destul de bine. Este o însușire genetică determinată de acțiunea concomitentă a mai multor gene, printre care mai cunoscute sînt genele $bm_0$, *P* (situate în cromozomul $lg_1$), *b*, $Su_1$ *Wx* și $P_1$. Paralel a fost identificată gena *Ht*, localizată în brațul lung al cromozomului 2.

Transferul acestor gene se face cu ajutorul back-cross-ului repetat. ȚÎRCOVNICU și COSMIN (1974), în cercetările întreprinse la I.C.C.P.T. Fundulea, au identificat mai multe gene, localizate în diferiți cromozomi. Gena *Ht* determină rezistența monogenică (verticală) iar celelalte determină rezistența poligenică (orizontală).

Helmintosporioza porumbului este o boală foarte periculoasă provocată de *Helminthosporium turcicum, Helminthosporium carbonum* și *Helminthosporium maydis* și altele. La noi în țară mai frecventă este *Helminthosporium turcicum*, cu două rase principale. Boala se exteriorizează prin pete mari, alungite, de culoare cenușie, începînd cu frunzele de la baza tulpinii. Prezintă frecvent două tipuri de rezistență genetică, și anume : *rezistența monogenică* dată de gena $Ht_1$ pentru rasa comună și gena $Ht_2$ pentru a doua rasă (SARCA și colab., 1978) și *rezistența poligenică* mai puțin frecventă. Reacția porumbului față de rezistența la helmintosporioză este foarte diferită, de la linii complet sensibile la linii foarte rezistente. Cercetările au scos în evidență acțiunea poligenică dar și cea monogenică (gena *Ht*), tipul poligenic de rezistență este tipul dorit, determinînd rezistența orizontală sau generală, de durată.

Cu ajutorul translocațiilor reciproce s-au pus în evidență genele de rezistență. Numărul genelor care intervine în rezistența orizontală variază între 3—6 gene. Dintre genele de rezistență, cele mai importante sînt cele situate pe brațul lung al cromozomului 5 și pe brațul scurt al cromozomului 7 (COSMIN și colab., 1977). Astfel de gene sînt localizate și în alți cromozomi, de pildă, în cromozomii 1, 2, 4, 6, 9 și 10.

*Rezistența la rugină* (*Puccinia sorghi f. maydis*). Este o însușire genetică ereditară, determinată atît de gene dominante, cît și de gene recesive.

Dintre genele dominante, mai importantă este gena $Rp_1$, iar dintre cele recesive $rp_a$, $rp_d$ și $rp_c$. Genele de rezistență la rugină pot fi situate în același cromozom sau cromozomi diferiți, în funcție de genotip și rasele fiziologice ale agentului patogen.

*Rezistența la dăunători.* Dintre dăunătorii care aduc pagube mari culturii porumbului se menționează *sfredelitorul porumbului* (*Ostrinia nubilalis* sau *Pyrausta nubilalis*).



Scanned with OKEN Scanner

Cercetările genetice privind determinismul genetic al rezistenței a pus în evidență mai multe gene care determină această rezistență. Totodată s-a constatat o condiționare genetică diferită monofactorială și polifactorială.

Gene de rezistență au fost identificate în cadrul mai multor cromozomi, și anume : 1, 2, 4, 6 și 8. Cele mai multe cercetări indică o comportare polifactorială.

Comportare polifactorială se constată și în cazul altor dăunători, cum sînt : *Tanymecus dilaticollis, Heliothis zea, Sitotroga cerealla, Aytotes lineatus* și altele.

Numărul genelor care intervin în determinismul genetic al diferitelor caractere și însușiri la porumb este mare. Așa cum se știe, au fost identificate pînă în prezent peste 500 de astfel de gene. În tabelul 7 sînt redate cele mai reprezentative.

*Tabelul 7*

**Numărul și tipul de acțiune al genelor implicate în determinismul caracterelor și însușirilor la porumb**

| Denumirea genelor | Caracterele și însușirile afectate |
|---|---|
| $A_1$—$A^6_1$—$a^n$—$a_1$—$P_1$—$P_1{}'$ | Culoarea plantei |
| $R$ (gene nealelice) | Culoarea antocianică a tuturor părților vegetative |
| $A_2$ | Genă complementară pentru culoarea plantei |
| $B$—$B_w$ | Alelomorfe multiple pentru intensificarea culorii antocianice |
| $B_h$ | Culoarea pestriță a leuronei |
| $bm_{1-2}$ | Culoarea maron a nervurii mediane a frunzelor |
| $B_n$ | Culoarea gălbuie a stratului aleuronic |
| $b_p$ | Culoarea maron a pericarpului |
| $c$ | Genă care imprimă culoarea aleuronei |
| $C_h$ | Culoarea ciocolatie a pericarpului |
| $da$ | Intensificarea culorii aleuronei |
| $i$ | Inhibitorul culorii aleuronei |
| $md$ | Culoarea ciocălăului |
| $Mt$ | Culoarea pestriță a stratului aleuronic |
| $p^{22}$—$p^{02}$—$p^{w2}$—$pw^2$—$p^w$—$p^{ws}$ | Alelomorfe multiple pentru culoarea pericarpului și ciocălăului |
| $Pl$ | Culoarea purpurie a plantei |
| $p^2$ | Culoarea purpurie a stratului aleuronic |
| $p^n$ | Culoarea purpurie a embrionului |
| $R^2$—$R^g$—$R^{nj}$—$r^2$—2—2 $^{ch}$ | Alelomorfe multiple pentru culoarea stratului aleuronic și a plantei |
| $S_{1-5}$ | Gene pentru culoarea scutelumului și care acționează în prezența genelor $A_1A_2$, $CR$ |
| $SO_{1-2}$ | Gene pentru culoarea oranj a scutelumului |
| $Sm$ | Culoarea roz-oranj a stigmatului |
| $S_y$ | Culoarea galbenă a scutelumului |
| $l_n$ | Culoarea diluată antocionică a plantei întregi |
| $WC$ | Culoarea albă a endospermului |
| $Wh$ | Inhibitor al culorii galbene a endospermului |
| $a_2$ | Culoarea verde-argintie a endospermului |
| $g$ (Japonica) | Striațiuni fără clorofilă a frunzelor |
| $f_1$ | Benzi striatice albe de-a lungul frunzei |
| $zb$ | Benzi zebrate transversale ale frunzei |
| $li$ | Striațiuni liniare de-a lungul frunzei |
| $g$ | Culoarea galbenă a plantei |
| $G_1$ | Culoarea galbenă aurie a unor plante |



Scanned with OKEN Scanner

| Denumirea genelor | Caracterele și însușirile afectate |
|---|---|
| $W(W_1—W_2—W_3—W_4—W_6)$ | Plante albinotice |
| $l$ | Plante de culoare galbenă intensă (luteus) |
| $a_1—a_2—xn_2—m_4—m_2$ | Alelomorfe multiple pentru tipul luteus |
| $pg$ | Plantă verde-palidă |
| $v$ | Plante de tip virescent |
| $yg$ | Plantă verde gălbui |
| $al$ | Frunze alburii |
| $ar$ | Frunze argintii |
| $g_{1-}$ | Culoare aurie a plantei după înflorire |
| $pg_{1-7}$ | Colți de culoare verde-deschis |
| $V_{1-20} \cdot W_{1-11}$ | Colți albinoși |
| $Xn_{1-2}$ | Colți de culoare galbenă |
| $A_1$, $A_3$, $C_1$, $C_3$, $R$, $P$ | Gene dominante care asigură dezvoltarea și apariția culorii purpurii a aleuronei |
| $Cl_1$ | Formarea pigmenților plastidelor din endosperm |
| $G$ | Producerea pigmenților carotinici din stratul cărnos al bobului |
| $y$ | Formarea semințelor albe |
| $le$ | Formarea bobului de culoare limonie |

**Caractere structurale ale inflorescenței și ale florilor**

| | |
|---|---|
| $ah$ | Lipsă de stamine |
| $an$ | Dezvoltarea anterelor în cadrul inflorescenței femele |
| $bd$ | Ramificarea știuleților |
| $ht$ | Dezvoltarea florilor femele în cadrul inflorescenței mascule |
| $za$ | Ramificarea știuleților și paniculului |
| $Sg$ | Panicul cu flori femele și flori mascule |
| $Sk$ | Lipsa de stigmate, știuleți complet sterili |
| $ts_{1,2,4}$ $TS_{3,5}$ | Gene care transformă paniculul în flori femele, iar |
| $t_{sel}$ $Seed_{1-5}$ | plantele devin unisexuate |
| $tu$ (tunicatum) | Transformarea porumbului obișnuit în porumb de tipul tunicata |
| $Wa$ | Sterilitate masculă parțială |
| $Ct$ | Scurtarea paniculului și reducerea numărului de spiculele |
| $bs$ | Sterilitatea florilor mascule și femele |
| $Pt$ | Apariția unității „polytypic“ (influență asupra dezvoltării știuletelui și paniculului) |

**Caracterul structural al frunzei**

| | |
|---|---|
| $ad$ | Concrețerea frunzei superioare cu paniculul |
| $Cr_{1-2}$ | Frunză scurtă și încrețită |
| $lg_{1-9}$ | Frunze ligulate |
| $Ry$ | Frunze cu vîrful necrozat |
| $tu$ | Răsucirea frunzelor tinere |
| $on$ | Ondularea marginilor la frunzele situate deasupra știuleților |
| $Cr_1—Cr_2$ | Ultima frunză înfășoară parțial paniculul |
| $dec$ | Frunze dispuse opus, nu alternativ ca la formele normale |
| $lg$ | Frunze fără lignină |

**Caracterele structurale ale tulpinii**

| | |
|---|---|
| $ba_{1-2}$ | Lipsă completă de știuleți pe tulpină |
| $b$ $b_r$ | Scurtarea internodiilor (tip brachytic) |
| $d$ 1—5 „dwarf“, $na$, $py$ | Plante pitice |



Scanned with OKEN Scanner

| Denumirea genelor | Caracterele și însușirile afectate |
|---|---|
| **Caracterele structurale ale endospermului și embrionului** | |
| *ab*, $gm_{1-4}$ | Lipsă totală de endosperm |
| *lt*, $sh_1$, $sh_2$ | Endosperm zbircit |
| *fl* | Endosperm amidonos |
| | Endosperm unic |
| *su* | Endosperm zaharat (sugary endosperm) |
| *wx* | Endosperm ceros (waxy endosperm) |
| *bt* | Endosperm fragil |
| $bt_1$, $bt_2$ | Sporirea conținutului de amidon din bob |
| *o* | Endosperm semifăinos și cu aspect opac |
| $o_2$ | Alela genei *O* care sporește mult conținutul de lizină și triptofan din bob |
| $fl_2$ | Alela genei *fl*, la fel cu alela $O_2$ care sporește conținutul de aminoacizi esențiali din bob |

## 2.4. DETERMINISMUL GENETIC AL ORZULUI

Orzul este o specie foarte bine cercetată din punct de vedere genetic. Există numeroase date cu privire la determinismul genetic și la modul de transmitere al multor caractere și însușiri. Comportarea genetică a unor caractere și însușiri a hibrizilor intraspecifici de orz în primele două generații este redată în tabelul 8.

*Tabelul 8*

Comportarea genetică a hibrizilor intraspecifici de orz în primele două generații hibride

| Caracterul sau însușirea | Comportare $F_1$ | Comportare $F_2$ | Observații |
|---|---|---|---|
| Înălțimea plantei | Intermediar<br>Dominant | Segregare complexă | Raport de segregare 3 : 1 |
| Precocitatea | Dominant | Transgresiune | Caracter determinat de gene multiple |
| Lungimea spicului | Dominant<br>Intermediar | Transgresiune | Caracter determinat de gene multiple |
| Fragilitatea spicului | Ereditate complexă determinat de două gene principale $Bt_1$ și $Bt_2$ | | |
| Aristare | Ereditate complexă, forma nearistată | gene multiple. În $F_2$ predomină | |
| Culoarea spicului | Dominant culori închise | Segregare complexă | — |
| Caracterul bobului | Dominant bob îmbrăcat în pleve | Transgresiune | — |



Scanned with OKEN Scanner

| Caracterul sau însușirea | Comportare $F_1$ | Comportare $F_2$ | Observații |
|---|---|---|---|
| Caracterul spicului | Dominant spic lax, recesiv, spic dens | Transgresiune | — |
| Biologia plantei | Dominant forma de primăvară (un loc recesiv) | Forme de trecere | Ereditate complexă |
| Numărul rîndurilor de boabe | Dominant distichum | — | — |
| Sterilitatea spicului | Predominant, recesiv | | |

Se cunoaște, de asemenea, modul de comportare în descendență și a altor caractere. Astfel, caracterul *sămînță lungă* domină asupra caracterului sămînță scurtă.

Caracterul *bob îmbrăcat* domină asupra caracterului bob golaș. Aceste caractere depind de un singur factor ereditar. Mărimea bobului prezintă o comportare dominantă.

*Tipul de toamnă* domină asupra tipului de primăvară, prezentînd o segregare monofactorială. Din cauza influenței mari a condițiilor externe, acest mod de comportare poate suferi schimbări. Sînt cazuri cînd domină tipul de primăvară sau se prezintă sub forma de însușire intermediară (forme umblătoare).

Privitor la rezistența la boli se constată comportări diferite : dominanță, recesivitate, intermediară, în funcție de specia și rasa agentului patogen. În cazul rezistenței la boli și la dăunători au fost evidențiate și tipuri de ereditate complexă și transgresivă, care duc la apariția unor transgresiuni pozitive foarte valoroase pentru procesul de ameliorare.

Mărimea bobului prezintă comportarea dominantă.

Precocitatea sau tardivitatea se comportă diferit, de multe ori ca însușire transgresivă. Conținutul biochimic al bobului și îndeosebi conținutul de proteine se comportă diferit, în funcție de formele parentale. Cel mai des însă, conținutul scăzut de proteină se transmite dominant.

**Determinismul genetic al unor caracteristici ale frunzei.** S-a pus în evidență determinismul genetic al mărimii frunzelor, al perozității tecii frunzelor și al efectelor clorofiliene.

*Lungimea și lățimea frunzei* sînt caractere genetice cu condiționare simplă monogenică. S-a constatat o comportare dominantă în cazul lungimii frunzei și parțial dominant în cazul lățimii frunzei.

*Perozitatea tecii frunzei* este un caracter genetic dominant monogenic.

*Defectele clorofiliene,* puse în evidență la orz, se transmit de regulă recesiv, fiind condiționate de gene subletale.

Referitor la ereditatea și determinismul genetic a *înălțimii plantei la orz,* SEARS și colab. (1981) au scos în evidență acțiunea aditivă a patru gene. Deci, înălțimea plantei este un caracter genetic poligenic la care în



Scanned with OKEN Scanner

cele mai dese cazuri se constată o dominanță totală sau parțială a paiului înalt față de cel pitic.

**Determinismul genetic al producției și calității.** Ambele sînt însușiri genetice complexe, condiționate de determinismul genetic al elementelor de producție, respectiv al caracteristicilor care concură la realizarea calității.

Elementele de producție ale orzului sînt : numărul plantelor fertile la unitatea de suprafață, numărul fraților fertili, numărul spiculețelor din spic, greutatea boabelor obținute la plantă și la spic, procentul de boabe, MMB ș.a. Numărul boabelor din spic este mai mare la soiurile furajere (40—45) și mai mic la orzoaică (30—35).

Însușirile de calitate ale orzului sînt : conținutul biochimic al bobului și anume : conținutul de amidon și cantitatea și calitatea proteinei, precum și MMB.

Determinismul genetic al producției și calității se prezintă astfel :

*Densitatea spicului,* element important de producție, este un caracter genetic complex. Este determinat monogenic sau poligenic, cu gene principale, gene complementare și modificatoare. Dintre genele care intervin în manifestarea acestui element amintim gena dominantă *C,* care determină apariția de spice compacte precum și alte trei gene dominante *L, $L_2$* și *$L_3$* care produc spice laxe. Toate aceste gene sînt situate pe cromozomul 1. Prin urmare, genotipul *CC ll $l_2l_2$ $l_3l_3$* determină formarea spicelor compacte, iar genotipul *cc LL $L_2L_2$ $L_3L_3$* formarea unor spice laxe (MUREȘAN și CRĂCIUN, 1972).

*Lungimea spicului,* un alt element de producție, este determinat de gena *Rin* (*rin*), precum și de genele cu acțiune recesivă *$rin_1$* și *$rin_2$* situate în cromozomul 2. Pentru numărul rîndurilor de spiculețe în spic, inclusiv fertilitatea, intervin genele *$I^h$, I, i, V, V''', V'* și *V* cu acțiune independentă sau interacțiune.

Numărul de boabe din spic este un caracter genetic complex, polifactorial.

Masa a 1 000 de boabe prezintă un sistem genetic complex, determinat de acțiunea aditivă a 2—3 gene, variind de la un soi la altul.

Calitatea bobului și a malțului este o însușire genetică complexă și polifactorială, a cărui determinism genetic nu este încă bine lămurit.

Însușirea de calitate, exprimată prin conținutul de lizină din bob, este o însușire genetică determinată de gena recesivă *lys* 3 *a*. Cercetările de genetică aplicată au confirmat valoarea calitativă a soiului Hiproly, care prezintă un conținut mare de lizină în bob și care este homozigot pentru gena respectivă (*lys* 3*a lys* 3*a*).

DRĂGHICI și BUDE (1974) au pus în evidență genele mutante *notch* 1 și *notch* 2 pentru conținutul ridicat de proteină și lizină.

Pentru formarea și acumularea prolaminelor din proteină de orz intervin gene specifice situate în cromozomul 5. Aceste gene au fost identificate la soiul Rizo, care poate fi folosit ca material inițial de ameliorare.

În ceea ce privește ereditatea calității malțului, RUTGER și colab., 1967, evidențiază valori ridicate ale coeficientului de eritabilitate.



Scanned with OKEN Scanner

**Determinismul genetic al rezistenței la boli.** Frecvente sînt următoarele boli : mălura (*Tilletia pancicii*), tăciunele zburător (*Ustilago nuda*), tăciunele îmbrăcat (*Ustilago hordei*), mai multe specii de rugină și anume : rugina brună (*Puccinia hordei*), rugina galbenă (*Puccinia striiformis* sin. *Puccinia glumarum f. ssp. hordei*) și rugina neagră (*Puccinia graminis*), helmintosporioza (*Helminthosporium gramineum*) și făinarea (*Erysiphe graminis f. hordei*).

O atenție deosebită și specifică se acordă rezistenței la tăciunele zburător (*Ustilago nuda*), considerat ca cel mai periculos agent patogen pentru cultura orzului. Cercetările de genetică aplicată scot în evidență diferite moduri de transmitere a acestei rezistențe (dominant, recesiv), cît și faptul că la realizarea acestei rezistențe participă 1—11 gene. Genele de rezistență sînt notate prin simbolul *Un*, la care se adaugă indici numerici. Gena *Un* 8 este înlănțuită adesea cu gena *Ml* pentru rezistența la făinare.

Rezistența la tăciunele îmbrăcat (*Ustilago hordei*), însușire genetică dominantă, este determinată de mai multe gene, dintre care mai importante sînt : $U_n$, $U_{n^2}$, $U_{n^3}$ și $U_{n^4}$, precum și $P_1$, $P_2$, $P_3$ și $P_4$, în funcție de soi și rasele fiziologice ale agentului patogen.

Pentru rezistența la rugina neagră (*Puccinia graminis*) a fost pusă în evidență gena *Tt* cu acțiune dominantă, iar pentru rezistența la rugina galbenă (*Puccinia striiformis*), genele : $Y_1$, $Y_2^2$, $Y^3$ și $Y_2^4$ precum și genele de tip $P_s$, cum sînt genele dominante $P_{s1} \ldots P_{s8}$ (în acțiune dominantă) și $ps_4$, $ps_5$, $ps_7$ (cu acțiune recesivă). Rugina pitică a orzului (*Puccinia hordei*) este determinată de gena fundamentală $P_1$, singură sau în interacțiune cu gena $P_a$.

Rezistența la făinare (*Erysiphe graminis f. hordei*) este determinată poligenic. Cele mai importante gene sînt *Mla, Mlg, Mlk, Mlp, Mly*, cu acțiune dominantă precum și gena recesivă *mld*.

Rezistența la helmintosporioză sau sfîșierea frunzelor (*Helminthosporium gramineum*) este condiționată poligenic și anume de gene cu acțiune dominantă sau recesivă, în funcție de soi și rasele fiziologice ale agentului patogen.

Pentru arsura frunzei sau *Peronospora secalis* intervin genele de tipul *Rh*, printre care $Rh_2$, $Rh_3$, $Rh_4$ și $Rh_5$, iar pentru virusul care provoacă fenomenul de dungare al frunzelor, genele $Sm^1$, $Sm^2$, $Sm^3$, $Sm^4$ și $Sm^5$.

**Determinismul genetic al însușirilor fiziologice.**

*Rezistența la iernare.* Caracterele de toamnă, primăvară, umblător sînt determinate de o serie de alele multiple *Sh, Sh , sh*. Formula genetică pentru tipul de toamnă este *Sh Sh* , a celui de primăvară *ShSh*, iar a tipului umblător *shsh*.

HOFFMANN (citat de MUREȘAN și CRĂCIUN, 1972) consideră că genele care determină tipul de toamnă sau primăvară determină și rezistența sau sensibilitatea la iernare. Formele care conțin factorii *Sh Sh* și *shsh* sînt rezistente la iernare.

Perioada de vegetație este o însușire determinată genetic. Genele care intervin în condiționarea acestei însușiri sînt : $Ea_1$, $Ea_2$ și $Ea_3$, prima fiind genă principală, iar celelalte două, gene ajutătoare.



Scanned with OKEN Scanner

Androsterilitatea, pusă în evidență la orz, este de tip genetic. Se cunosc peste 20 gene homozigote recesive ,de tipul *msms* care determină acest tip de androsterile. Astfel, s-au pus în evidență genele $ms_1$, $ms_4$, $ms_5$, $ms_6$, situate în cromozomul 2, $ms_2$ și $ms_3$, în cromozomul 3, dar există și alte gene plasate pe ceilalți cromozomi.

Identificarea androsterilității genetice la orz este posibilă datorită interacțiunii genelor respective cu gena marker, care provoacă sensibilitatea la acțiunea DDT-ului. Alela *ms* pentru androsterilitate este înlănțuită cu alela recesivă *ddt*, care conferă rezistența la DDT.

Genotipul androsteril al orzului de primăvară prezintă genele : *ms-v*, *Ms-2*, *Sh/ms-v*, 2 *Ms* și *S4*, iar al celui de toamnă genele *Ms-v*, *ms-2*, *Sh/ms-2* și *sh*.

Utilizarea androsterilității genice la orz poate fi posibilă și prin folosirea fenomenului trisomiei terțiale balansate, la care alela dominantă a genei maker *Ms* este alelă extracromozom.

În 1967 a fost pus în evidență și tipul de androsterilitate de natură nucleo-citoplasmatică, în descendența hibridului complex H. jubatum×H. compresum H. bulbosum×H. vulgare. Prin încrucișarea acestuia cu orzul cultivat diploid, în descendență se pot izola forme androsterile. Factorul de natură citoplasmatică care determină androsterilitatea provine de la H. jubatum.

Nu s-au găsit încă surse de restaurare a fertilității polenului.

**Situația genelor în cromozomii haploizi**

**Cromozomul 1** cuprinde genele *N*, *n* (bob îmbrăcat, bob golaș), $Bl_2$, $bl_2$ (pericarp colorat, pericarp necolorat), *Rs*, *rs* (tulpină roșie, tulpină verde), *L*, *l* (spic lax, spic dens), $B_2$, $b_2$ (plantă înaltă, plantă brachitică), *T*, *t* (rezistență la *Puccinia graminis*, sensibilitate la *Puccinia graminis*), *W*, $w^z$ (endosperm normal, endosperm ceros), *Un*, *un* (rezistență la *Ustilago nuda*, sensibilitate la *Ustilago nuda*), *Fe*, *fe* (frunză culoare normală, frunză clorina), *Ye*, *ye* (embrion normal colorat, embrion virescent), *Ga*, *ga* (androsterilitate peste 90%, androsterilitate sub 10%), $Ac_2$, $ac_2$ (embrion normal colorat, embrion albino) *Rs*, *rs* (pai roșietic, pai verde) $Bl_2$, $bl_2$ (aleuron albastru, aleuron deschis), *Ert-d*, *ert-d*, *Ert-a*, *ert-a* (spic normal, spic erectoid), *Lk*, *lk* (ariste normale, ariste scurte).

**Cromozomul 2** cuprinde genele : $P_2$, $p_2$ (tulpină purpurie, tulpină nepurpurie), *V*, *v* (forme distichum, forme hexartichum), *Lk*, *lk* (forme aristate, forme nearistate), *Rin*, *rin* (spic lax, spic dens), *H*, *h* (plante înalte, plante scunde), *Ea*, *ea* (precocitate, tardivitate) *Or*, *or* (tulpină normală colorată, tulpină portocalie), *Lg*, *lg* (tulpină normală colorată, tulpină verde deschis), $Ms_3$, $ms_3$ (fertilitate normală, androsterilitate), *Y*, *y* (embrion normal colorat, embrion galben), *F*, *f* (culoare normală a frunzei, clorină), *E*, *e* (aristare normală, aristare lungă) $Ms_2$, $ms_2$ (fertilitate normală, androsterilitate), *Pan*, *pan* (urechiușe foliare roșii, urechiușe foliare verzi), $Re_2$, $re_2$ (pericarp roșu, pericarp verde), *Pe*, *pe* (palee cu nervuri roșii, palee cu nervuri albe).



Scanned with OKEN Scanner

**Cromozomul 3** prezintă următoarele gene : *Lc, lc* (anomalii clorofiliene, lipsă de anomalii clorofiliene), *Uz, uz* (plante normale, plante semibrachitice), *Als, als* (spiculețele secundare bazale, spiculețele secundare neexistente), *Ys, ys* (culoare normală a frunzei, frunze cu dungi galbene longitudinale), *Zb, zb* (frunze de culoare normală, frunze vărgate), *Ert, ert* (spic normal, spic erectoid), *Xs, xs* (embrion culoare normală, embrion xantha), *Ac, ac* (embrion culoare normală, embrion albino), *Al, al* (palee galbene, palee albe), *Le, le* (spic lax, spic dens), *An, an* (embrion normal colorat, embrion albino), $Tb_2$, $tb_2$ (ax fragil, ax rezistent).

**Cromozomul 4** prezintă următoarele gene : *K, k* (palee trifurcate, palee aristate), *Bl, bl* (aleuronă albastră, aleuronă incoloră), *I, i* (spic fertil, spic semifertil), *Mlg, mlg* (rezistent la făinare, nerezistent), *Ert i, ert i* (spic normal, spic erectoid), $Lg_4$, $lg_4$ (embrion normal colorat, embrion verde deschis), *Ze, ze* (culoare normală a frunzei, culoare vărgată), $Lg_3$, $lg_3$ (embrion normal colorat, embrion verde deschis), *Lb, lb* (internodii bazale normale, internodii lungi), *Gl, gl* (embrion și plante normal colorate, embrion și plante verzi strălucitoare), *Min, min* (dezvoltare normală a peretelui celular, dezvoltare incompletă a peretelui celular).

**Cromozomul 5** cuprinde genele : *Bt, bt* (rahis normal, rahis fragil), *Mld, mld* (rezistent la helmintosporioză, nerezistent la helmintosporioză), *B, b* (palee neagră, palee deschisă), *At, at* (embrion de culoare normală, embrion albino), *Ml-a, ml-a* (rezistent la făinare, nerezistent la făinare), *Ms, ms* (fertilitate normală, androsteril).

**Cromozomul 6** prezintă următoarele gene : *Ec, ec* (tardivitate, precocitate), *O, o* (palee verzi, palee portocalii), *Mul-l, mul-l* (spiculeț uniforal, spiculeț multifloral) *Ucr, ucr* (înfrățire normală, lipsă de înfrățire), *Er-7, er-7* (înspicare normală, înspicare timpurie), *Gl-n, gl-n* (embrion și plantă normal colorate, embrion și plantă verde strălucitor), *Xn, xn* (embrion normal colorat, embrion xantha).

**Cromozomul 7** poartă următoarele gene : $R_1$, $r_1$ (ariste dințate, ariste glabre), $L_3$, $l_3$ (spic lax, spic dens), $Sh_2$, $sh_2$ (tip de primăvară, tip de toamnă), $H_2$, $h_2$ (plante înalte, plante pitice), *Ert-y, ert-y* (spic normal, spic erectoid), *Cer-b, cer-b* (strat ceros normal, lipsa stratului ceros pe plantă), *Fs, fs* (pai normal, pai friabil), *Mt-2, mt-2* (frunze culoare normală, frunze pestrițe), *S, s* (perișori bazali lungi, perișori bazali scurți), *Sh-2, sh-2* (tip de primăvară, tip de toamnă).

## 2.5. DETERMINISMUL GENETIC AL OREZULUI

Redăm în tabelul 9, după diverși cercetători, comportarea sau mecanismul genetic al hibrizilor, în prima și a doua generație hibridă.



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 9*

Comportarea ereditară a orezului în $F_1$ și $F_2$

| Caracterul sau însușirea | Felul de comportare în $F_1$ | în $F_2$ | Numele cercetătorului |
|---|---|---|---|
| Lungimea spiculețelor | intermediar sau dominant | transgresiv | Van der Stock |
| Lățimea și grosimea spiculețelor | dominant | — | Panelle, Kato |
| Garnisirea spiculețelor cu peri și lungimea perilor | dominant | transgresiv | Cărăuș |
| Aristarea | dominant | dezbinare complexă | Okada, Kato, Jonas ș.a. |
| Pata făinoasă de pe bob | intermediar | transgresiv | Kato, Ikeno, Cărăuș |
| Sticlozitatea bobului | dominant | dezbinare complexă | Van der Stock, Kato, Ikeno ș.a. |
| Lungimea paniculului | dominant sau intermediar | transgresiv | Fakezaki, Jones, Kato ș.a. |
| Înălțimea plantei | dominant cumulativ, intermediar | dezbinare complexă | Ikeno, Piacco, Iwasaki |
| Grosimea paiului | dominant rar intermediar | — | Kato, Cărăuș |
| Capacitatea de înfrățire | dominant sau intermediar | dezbinare complexă | Jones, Kato, Van der Stock |
| Rezistența la cădere | intermediar, prevalare a formelor nerezistente | dezbinare complexă | Cărăuș |
| Rezistența la scuturare | dominant | dezbinare complexă | Kato, Cărăuș |
| Rezistența la Piricularia oryzae și Lema melanopus | dominant | dezbinare complexă | Sasakia, Kato, Cărăuș |
| MMB | dominant, rar intermediar | dezbinare complexă | Cărăuș |
| Culoare închisă a bobului decorticat | dominant | — | Parnell, Tompatane Nagai ș.a. |

**Determinismul genetic al caracterelor morfologice.** Înălțimea plantelor este un caracter genetic determinat de obicei de o singură genă cu acțiune independentă. Ghosh (1981) scoate în evidență acțiunea genei recesive *dr*, care determină forma pitică.

Prezența sau absența perilor pe frunze sînt caractere controlate mono sau digenic.

Garnisirea spiculețelor cu perișori caracteristici este un caracter monogenic. Perișorii lungi se datorează acțiunii unei gene dominante, iar perișorii scurți genei recesive.



Scanned with OKEN Scanner

Mărimea spicului este un caracter genetic polifactorial, determinat de gene majore și gene complimentare pleiotrope.

Caracterele fenotipice ale bobului sînt controlate de gene cu acțiune multiplă.

Aristarea este un caracter genetic controlat de una sau mai multe gene.

Pentru culoarea purpurie a frunzelor și altor părți vegetative intervin una sau mai multe gene.

Pentru *pericarpul roșu* intervin de obicei două gene complementare.

**Determinismul genetic al producției și calității.** Principalele elemente de producție ale orezului sînt : numărul plantelor fertile la unitatea de suprafață, capacitatea de înfrățire, inclusiv numărul fraților fertili ajunși la maturitate, numărul și greutatea boabelor din panicul, MMB și altele.

Însușirile de calitate sînt : conținut ridicat de proteină din bob, conținut scăzut de pleve, conținut ridicat de amidon din bob, capacitate bună de fierbere, randament de prelucrare etc.

Atît producția, cît și calitatea sînt caractere genetice polifactoriale, complexe.

Mărimea și densitatea spicului sînt determinate poligenic, cu intervenția de gene principale și gene complementare pleiotrope.

Producția are la bază o serie de gene specifice, cum sînt genele aditive pentru greutatea bobului, gene dominante pentru mărimea bobului, poligene și gene independente pentru MMB și altele.

În cazul însușirilor de calitate intervin gene aditive și dominante pentru sticlozitatea bobului, gene majore și gene complementare, cu efect dominant pentru conținutul biochimic al bobului.

**Determinismul genetic al rezistenței la boli și dăunători.** Orezul este atacat de *Pyricularia oryzae* sau arsura orezului, (cea mai periculoasă boală a acestei specii de cultură), de *Sclerospora macrospora* și *Sclerotinia oryzae*, care sînt însă mai puțin răspîndite și mai puțin periculoase. Atenție deosebită se acordă obținerii de soiuri rezistente la arsură *(Sclerospora macrospora)*. Alături de speciile criptogamice amintite, o problemă actuală de ameliorare este și cea a rezistenței la *Gibberella fujikuroi* sau *Fusarium moniliforme*, boală criptogamică care însoțește adesea cultura orezului. La fel sînt necesare cercetări privitoare la rezistența la *Helminthosporium oryzae*.

Pentru rezistența la arsura frunzelor, boală principală a orezului și însușire genetică polifactorială, intervin genele : *Pi-ta*, *Pi-1*, *Pi-m*, *Pi-4* și *Pi-k*, gene cu acțiune individuală și cu diferite grade de înlănțuire. Rezistența la arsura frunzelor prezintă o comportare dominantă în $F_1$ și o segregare complexă în $F_2$.

Caracter genetic polifactorial prezintă și rezistența la helminthosporioză și fusarium.

Pentru rezistența la dăunători, și anume : *Mitropa ovata lugens* intervine gena dominantă *Sph*, iar pentru rezistența la *Nephotettix impioticeps*, intervin genele $Ceh_1$, $Ceh_2$ și $Ceh_3$, cu acțiune independentă.



Scanned with OKEN Scanner

**Determinismul genetic al însușirilor fiziologice.**

*Precocitatea* este considerată de către cercetătorii japonezi, ca însușire ereditară poligenică. Tardivitatea este determinată de genele dominante : *Z, M, K, G, O* și *P*, care în stare recesivă *(m, z, g, o* și *p)* determină scurtarea perioadei de vegetație (precocitatea).

*Androsterilitatea* la orez este frecventă, fiind condiționată monogenic recesiv.

În afara tipului de androsterilitate genică, a fost pusă în evidență și androsterilitatea nucleo-citoplasmatică, identificată în urma hibridării între forme aparținînd subspeciilor indica și japonica. Acest tip de sterilitate masculă este determinat de interacțiunea unor gene nucleare cu plasmagene.

La hibrizii interspecifici și anume la cei dintre specia cultivată și speciile spontane se constată o sterilitate accentuată cauzată de perturbările din meioză.

Sterilitatea hibrizilor interspecifici prezintă o variabilitate foarte mare, îndeosebi în generația întîia și a doua hibridă. În unele cazuri apar și hibrizi interspecifici cu fertilitate destul de mare, ca de pildă la hibridul *Oryza sativa* × *Oryza fatua*

**Gene ale orezului repartizate pe grupe de mutații.** Cele peste 150 de gene de bază ale orezului, cunoscute mai bine pînă în prezent, sînt astfel repartizate :

a) În cazul formelor ce aparțin la *proles indica,* cele 12 grupe de linkage prezintă următoarele gene :

— *grupa 1 (Wx)* cu genele : *Wx* — endosperm glutinos, *Ap* — apiculus glumetos floral, *ce* — așezare grupată a spiculețelor, *Fg* — perozitatea florală, *c* — prezența cromogenă pentru culoarea antocianică, *Y* — culoare verde a plantei, *Se* — sensibilitatea la fotoperioadă ;

— *grupa 2 (1G),* cu genele : *Pm* — culoarea purpurie a bazei limbului foliar, *Gp (Py)* — culoarea purpurie a glumelor spiculețelor, *Ap* — culoarea purpurie a apiculusului, *Psh* — culoarea purpurie a limbului foliar, *Pl* — culoarea purpurie a frunzelor, *Lg* — frunze ligulate, *Wh* — culoarea albă a glumelor florale ;

— *grupa 3 (Sp),* cu genele : *Psh* — culoarea purpurie a limbului foliar, *Pln* — culoare purpurie a internodiilor, *Ap* — culoarea purpurie a apiculusului, *Sp* — culoarea purpurie a nodurilor tulpinei, *Ps* — culoarea purpurie a stigmatului ;

— *grupa 4 (mp)* cuprinde genele : *Re* — culoare violetă a pericarpului, *Pin* — culoarea purpurie a internodiilor, *A* — culoarea purpurie a apiculusului, *Gl* — glumele spiculețelor scurte, *g* — glumele spiculețelor lungi, *Krd* — bob scurt rotunjit, *Gp* (Pg) — culoarea purpurie a glumelor spiculețelor, *Ap* — culoarea purpurie a apiculusului, *Pr* — culoarea purpurie a stigmatului, *Mp* — număr mare de stigmate ;

— *grupa 5 (Prpn)* cuprinde genele : *Psh* — culoarea purpurie a limbului foliar, *jp* — culoare purpurie a axului spicului, *Psp* — culoare purpurie a pericarpului, *Sk* — bob mirositor ;

— *grupa 6 (gh)* cuprinde genele : *gh* — culoare aurie a glumelor spiculețelor, *Ps* — culoarea roșie a pericarpului ;



Scanned with OKEN Scanner

— *grupa 7 (Gp)* cuprinde genele : *I-Gp* — genă inhibitoare pentru culoarea purpurie a glumelor spiculețelor, *gib* — lipsa de perozitate a frunzelor, *gih* — lipsa de perozitate a glumelor florale, *I-Ps* — genă inhibitoare pentru culoarea stigmatului, *Ap* — culoarea purpurie a apiculusului ;

— *grupa 8 (Lp)* cuprinde genele : *Lp* — gluma floral internă lungă, *Kr* — bobul scurt și rotunjit, *Rd* (Pr) — culoarea roșie a pericarpului, *Sh* — sensibilitate la scuturare a bobului ;

— *grupa 9 (I-Ip)* cuprinde genele : *Ps* — culoarea purpurie a stigmatului, *Gpt* (Pg) — culoarea purpurie a glumei spiculețelor, *I* — genă inhibitoare pentru culoarea purpurie a axului spicului ;

— *grupa 10 (fh)*, cu genele : *fh* (dw) — plantă prostrată, *fl* — înflorire prelungită ;

— *grupa 11 (Lx)*, cu genele : *Cl* — așezare grupată a spiculețelor, *Lx* — panicul lax, *An* — prezența aristelor, *Kr* — bob rotunjit și scurt ;

— *grupa 12 (NK-Bd)*, cu genele : *gl* — gluma glabră, *NK* — bob costat, *Bd* — prezența ciocului caracteristic la glumele florale.

b) În cadrul *protes japonica*, cele 12 frunze la linkage prezintă următoarele gene mai importante :

— *grupa 1 (Waxy)* cuprinde gena pentru bobul glutinos, gena pentru culoarea apicusului, gene complementare pentru talia pitică, gene mutante pentru androsterilitatea citoplasmatică, genele *X* și *Y* pentru dezvoltarea polenului și gena *Pl* pentru sensibilitatea fotoperiodică ;

— *grupa 2 (frunză purpurie)* cuprinde următoarele gene : gena care determină absența ligulei, gena pentru limb foliar purpuriu și genele pentru talie pitică ;

— *grupa 3 (activatorului)* cuprinde gena *H* pentru culoarea apicusului, genele complementare pentru culoarea pericardului, gena pentru malformația apicusului și gena pentru tulpina scurtă ;

— *grupa 4 (g)* cuprinde gena care determină glume lungi, genele complementare ce determină pericarp roșu și o genă pentru tulpina scurtă ;

— *grupa 5 (I-Bf)* cuprinde genele pentru stigmat purpuriu și inhibarea culorii închise a paleelor ;

— *grupa 6 (d)* include înlănțuirea între locusul pentru talia pitică și locusul palei aurii, precum și între locusul pentru dungi albe pe frunze și apiculus purpuriu ;

— *grupa 7 (fs)* cuprinde genele care determină deficiența clorofiliană, gena pentru caracterul rahis ondulat și gena care determină caracterul panicul dens ;

— *grupa 8 (la)* cuprinde genele de înlănțuire a caracterului port prostat și gena pentru rezistența la scuturare ;

— *grupa 9 (nl)* cuprinde gena care determină deficiența tipului de panicul neemergent și gena pentru rahisul verticilat ;

— *grupa 10 (bl)* include gena care determină frunză pestriță și gena care determină talia pitică ;



Scanned with OKEN Scanner

— *grupa 11 (be)* cuprinde alela pentru talia pitică, caracteristică unor soiuri japoneze ;

— *grupa 12 (gl)* înglobează gena pentru frunze glabre și gena care controlează prezența aristelor.

## 2.6. DETERMINISMUL GENETIC AL SECAREI

Cercetate îndeaproape sînt însușirile cantitative, ca lungimea paiului, mărimea bobului, lungimea și forma spicului.

Privitor la genetica unor caractere, cercetările arată că *absența ligulei* este condiționată de homozigoția genelor recesive *el* (eliguistrum), iar însușirea *tip de primăvară* este condiționată de gena dominantă *Ae* (aestivum). Între genele *el* și gena *et* (ligulatum) există o frecvență de recombinare în proporție de 43,5%. Se bănuiește, existența unei înlănțuiri între genele *el* și unul din factorii de autosterilitate.

Însușirea de *precocitate* se comportă de cele mai multe ori ca însușire dominantă, iar în $F_2$ prezintă o comportare transgresivă fiind condiționată de factorii polimeri. La fel se comportă și alte însușiri, de exemplu *rezistența la boli*.

Se comportă dominant : culoarea închisă a bobului și a coleoptilului, perioada scurtă de vegetație, tipul de primăvară, înălțimea plantei, lungimea bobului și a spicului, rezistența la rugină și la făinare, fragilitatea spicului.

**Determinismul genetic al caracterelor morfologice.**

*Înălțimea paiului* este un caracter genetic complex. Pentru ameliorare și producție sînt importante soiurile cu paiul mai scurt (90—95 cm). Unele cercetări evidențiază că în determinismul genetic al caracterului „pai scurt" intervine o genă dominantă cu acțiune pleiotropă. Cercetări mai recente scot în evidență influența mai multor gene pentru tipul de secară cu paiul scurt. Alela pentru paiul scurt este simbolizată prin *Hl* (humulus) și prezența acesteia provoacă o scuturare a paiului cu 30—35%. Prezentă sub formă recesivă *(hl)*, gena provoacă dezvoltarea formelor cu paiul lung. De reținut este și faptul că respectiva genă nu atrage modificarea celorlalte caractere și însușiri de soi.

*Ramificarea spicului* este caracteristică formelor ce aparțin *varietății compositum* și se datorează genei *br* (branched), în stare recesivă, homozigotă.

*Stratul ceros* este un caracter condiționat de gene *(W, w)*, care nu se află în linkage cu alte gene.

*Culoarea roșie a coleoptilului* este un caracter monogenic determinat de gena dominantă $V_1$. În stare recesivă această genă $(v_1)$, blochează apariția caracterului.

*Culoarea antocianică a ligulei*, caracter specific secarei, se datorează genelor $R_1$ și $R_2$ care au acțiune aditivă. Culoarea se manifestă numai în prezența simultană a ambelor gene.



Scanned with OKEN Scanner

*Grosimea stratului aleuronic* este determinată de prezența a două gene dominante.

*Culoarea galbenă a bobului* este determinată de o alelă recesivă.

**Determinismul genetic al producției și calității.** Producția și calitatea sînt însușiri ereditare cu bază genetică complexă. O influență pozitivă și accentuată asupra producției are poliploidizarea. Majoritatea elementelor de productivitate ale secarei sînt determinate de gene cu acțiune aditivă sau cumulativă.

Calitatea este condiționată în primul rînd de conținutul de proteină și de calitatea proteinei din bob. Sînt de calitate superioară soiurile și hibrizii cu peste 14—15% proteină, cu un conținut ridicat de glutenină și globulină. Cercetările citogenetice arată că gliadina din endospermul bobului de secară este determinată de gene situate într-un singur cromozom, și anume cromozomul 5. Soiurile tetraploide sînt mai bogate în proteină decît soiurile diploide.

Conținutul de amidon variază între 45—65%. În comparație cu grîul, făina de secară se caracterizează prin gluten de calitate mai slabă. Însușirile de calitate ale secarei se ameliorează prin hibridarea între soiurile ameliorate sau prin hibridare îndepărtată interspecifică (de pildă cu *Secale montatum*, specie ce posedă un conținut ridicat de proteină, peste 22%), sau prin hibridare intergenerică, cu soiuri de grîu.

**Determinismul genetic al rezistenței la boli.** Bolile frecvente secarei — contra cărora se luptă prin crearea de soiuri rezistente — sînt : ruginile *(Puccinia recondita* și *Puccinia graminis secalis)*, făinarea *(Erysiphe graminis secalis)* și cornul secarei *(Claviceps purpurea)*.

Rezistența la infecții a secarei este puțin studiată și a constituit o preocupare mult mai redusă pentru ameliorare. Cunoștințele genetice actuale evidențiază faptul că rezistența față de principalele maladii este ereditară, are o gamă largă de variabilitate, se moștenește dominant și independent pentru fiecare în parte și poate fi ameliorată, așa cum o dovedesc formele rezistente ce au fost obținute.

Se cunosc unele cercetări genetice privind rezistența la fusarioză și făinare. Ele evidențiază faptul că, în cele mai dese cazuri, rezistența la aceste boli este condiționată monogenic.

Rezistență față de *Puccinia recondita* (sin. *Puccinia despersa*) posedă secara hibridă Massaux, precum și o serie de linii consangvinizate create în Florida. Pentru ameliorarea rezistenței la *Puccinia graminis secalis* sînt indicate : soiurile Early Pulawy și Rothenbrunnem, anumite linii consangvinizate americane și unele forme primitive italiene, precum și specia sălbatică Secale montanum.

Realizarea unor forme rezistente față de *Claviceps purpurea* constituie o preocupare importantă de ameliorare. Atunci cînd secara conține mai mult de 0,3% scleroți din totalul boabelor devine improprie pentru a fi utilizată în hrana omului și în furajarea animalelor, deoarece alcaloizii conținuți în boabele atacate provoacă constricția vaselor capilare, avortare ș.a., iar efectele sînt cumulative.



Scanned with OKEN Scanner

Ameliorarea rezistenței secarei la boli se poate realiza prin selecția formelor rezistente din materialul nehibrid și hibrid supus infecției artificiale. Hibridarea cu soiuri ameliorate rezistente și hibridarea interspecifică, și anume între soiurile din cadrul secarei cultivate (*Secale cereale*) și forme rezistente din cadrul altor specii de secară, îndeosebi *Secale montanum*, sînt metode potrivite de ameliorare. Rezultate bune se obțin prin retroîncrucișare sau backcross, mutageneză și polycross.

## 2.7. DETERMINISMUL GENETIC AL OVĂZULUI

**Determinismul genetic al însușirilor de soi și mecanismul genetic al hibrizilor.** O serie de cercetători s-au ocupat cu genetica ovăzului, printre care NILSSON-EHLE care a studiat genetica caracterelor cantitative, arătînd că în prima generație domină : forma răsfrîntă a paniculului asupra formei drapel ; culorile închise ale paleielor asupra culorilor deschise ; formele ligulate asupra formelor neligulate ; perozitatea plantei, formele aristate etc.

În hibridările dintre formele și speciile cu număr diferit de cromozomi domină sau prevalează formele și speciile cu număr mare de cromozomi. Se mai constată dominanța formelor precoce asupra formelor tardive.

Rezistența la boli prezintă o ereditate foarte complexă. Se constată cazuri de dominanță, cazuri de recesivitate și manifestare intermediară, în funcție de soi și agentul patogen. Diferitele moduri de manifestare ereditară se datorează acțiunii unui număr mare de gene, cu acțiune specifică. A fost pusă în evidență și acțiunea pleiotropă a genelor, precum și cazuri de înlănțuire sau de linkage.

O mare variabilitate genetică prezintă atît hibrizii interspecifici, cît și hibrizii obținuți prin polenizare cu amestec de polen.

În limite largi variază și coeficientul de ereditate. Valorile lui sînt diferite în funcție de însușire, de determinismul ei genetic (monofactorial sau plurifactorial) și de influența mediului. Astfel, coeficientul de ereditate este de 30—35% pentru numărul de panicule pe plantă, 50—55% pentru producția de boabe, 50—55%, pentru mărimea paniculului, 60—65% pentru înălțimea plantei, 70—75% pentru numărul de spiculețe din paniculul, 62—68% pentru precocitate etc. (MUREȘAN și CRĂCIUN, 1972).

## 2.8. DETERMINISMUL GENETIC AL FASOLEI

**Ereditatea în hibridare și determinismul genetic al însușirilor de soi.** La fasole se constată o comportare dominantă a culorii galbene a cotiledoanelor, a culorii verzi a păstăilor, a culorii deschise a boabelor, a înălțimii plantelor etc.



Scanned with OKEN Scanner

Comportarea în F1 a unor caractere la fasole este redată în tabelul 10.

*Tabelul 10*

Comportarea ereditară în $F_1$ a unor caractere și însușiri la fasole :

| Caracterul (însușirea) | Comportarea în $F_1$ | |
|---|---|---|
| | dominant | recesiv |
| Culoarea florilor | roșu | alb, verde |
| Culoarea bobului | colorat | alb |
| Tipul de creștere | nedeterminat | determinat |
| Dimensiunile boabelor | intermediar | |
| Rezistența la antracnoză | rezistentă | susceptibilitate |
| Rezistența la arsura comună | susceptibilitate | rezistentă |
| Rezistența la arsura aureolă | susceptibilitate | rezistență |

Privitor la determinismul genetic al fasolei, cercetările scot în evidență următoarele gene de bază : *H* — pentru păstăi curbate, *a* — pentru păstăi drepte, *ax* — pentru creșterea și dezvoltarea cotiledoanelor, *B* — împreună cu *R* determină culorile închise ale tegumentului seminal, *b* — determină culoarea albă și cenușie, *c* — determină culoarea bobului, *D* — determină culoarea florilor, *E* — determină culoarea păstăilor, *T* — formarea tulpinilor urcătoare, *V* — tufa pitică, *X* — antocian pe tulpină și frunze, *Txy* — semințe pestrițe și culoare cafenie a păstăilor.

Pentru rezistența la boli, gena *Fw* determină rezistența la fusarioză a fasolei. Rezistența la antracnoză, provocată de *Colletotrichum sp.* este o însușire genetică mono, di sau trigenică, cu o comportare dominantă în $F_1$ și o segregare complexă în $F_2$.

Rezistența la *Pseudomonas phaseolicola* este condiționată de una sau două gene, cu comportare dominantă în prima generație hibridă. Rezistența la arsura comună provocată de *Xanthomonas phaseoli* se prezintă ca o însușire recesivă și este determinată de doi loci.

Rezistența la boli virotice, în funcție de natura virusului, de soi sau de grupe de soiuri, este determinată de gene cu acțiune recesivă sau dominantă. Astfel de gene au fost puse în evidență și în cazul mazării și soiei. S-a observat, de pildă, că rezistența la mozaicul comun *(Phaseolus virus 1)* este de două tipuri. Un tip de rezistență este determinat de gena recesivă *a* sau gena duplicată *s*, iar celălalt tip de rezistență se datorează genei dominante inhibitoare *I*, care anihilează efectul genelor susceptibilității *A* și *S*. Cel de al doilea tip de rezistență este mai frecvent și uneori eficient și pentru mozaicul comun.

În ultimii ani s-au executat cercetări ample asupra unora dintre bolile leguminoaselor pentru boabe : arsura aureolată a fasolei *(Pseudomonas phaseolicola)*, de către SEVERIN, DENCESCU și POPA (1976), antracnoza fasolei *(Colletrichum lindemuthianum)*, de ROȘCA (1976) și mozaicul galben al fasolei *(Phaseolus virus)*, de către DENCESCU și FOUILLOUX (1976).



Scanned with OKEN Scanner

## 2.9. DETERMINISMUL GENETIC AL MAZĂRII

Comportarea ereditară a unor caractere și însușiri de mazăre în prima generație hibridă este redată în tabelul 11.

*Tabelul 11*

Comportarea unor caractere și însușiri în $F_1$ la mazăre.

| Caracterul sau însușirea | Dominant | Recesiv |
|---|---|---|
| Numărul internodiilor | mare | mic |
| Lungimea internodiilor | lungi | scurte |
| Ramificarea tulpinii | ramificată | neramificată |
| Tipul tulpinii | nefasciată | fasciată |
| Număr de foliole | trei perechi | o pereche |
| Lățimea frunzei | lată | îngustă |
| Număr de flori | mic | mare |
| Forma păstăilor | diferită | |
| Precocitate | intermediar sau transgresiv | |
| Mărimea boabelor | mare | mică |
| Rezistența la antracnoză | rezistență | susceptibilitate |
| Rezistența la virusul mozaicului comun | susceptibilitate | rezistență |
| Rezistența la mozaicul îngălbenirii | susceptibilitate | rezistență |

Se mai constată dominanța bobului neted asupra bobului zbîrcit, a păstăilor pergamentoase asupra păstăilor nepergamentoase, a tufei înalte asupra tufei pitice etc.

Cele mai multe dintre caracterele mazării sînt caractere poligenice.

Comportarea în hibridare a mazării, constatată prima dată de către MENDEL (1865), este cea prezentată în tabelul 12.

*Tabelul 12*

Ereditatea la mazăre

| Caracterul cercetat | Comportarea în $F_1$ dominant | recesiv | Raportul D : R |
|---|---|---|---|
| Forma boabelor | netedă | zbîrcită | 2,99 : 1,0 |
| Culoarea cotiledoanelor | galbenă | verde | 3,01 : 0,99 |
| Culoarea cojii bobului | galbenă | albă | 3,04 : 0,90 |
| Forma păstăilor | curbată | dreaptă | 3,99 : 1,01 |
| Culoarea păstăilor | galbenă-verde | galbenă | 2,95 : 1,05 |
| Așezarea florilor | axială | terminală | 3,03 : 0,97 |
| Înălțimea plantei | înaltă | pitică | 2,96 : 1,04 |



Scanned with OKEN Scanner

Cele șapte grupe de linkage sînt :

Cromozomul I : *A-Vi*$_1$*-Au-Lf-D-Pur-Lac-Cor-Am-O-Sp-Red-J-Gri* ;
Cromozomul II : *La-Wa-Oh-Ar-Ve-S-Wb-K-Fn* ;
Cromozomul III : *Uni-M-Rf-Mp-Lob-F-Pu-Cry-St-B-Gl* ;
Cromozomul IV : *N-Z-Dem-Fo-Fa-Tra-Td-Con-Br-Vim-Le-V* ;
Cromozomul V : *Cp-Gp-Cr-Cri-Te-Cal-Fs-Ce-U* ;
Cromozomul VI : *Fl-Pl-P-Lm-W*$_{10}$ ;
Cromozomul VII : *Wsp-Xa*$_1$*-Pa-R-Tl-Bt*.

**Determinismul genetic al însușirilor de soi.** Genele care intervin în determinismul sau controlul genetic al însușirilor la mazăre sînt redate în *tabelul 13*.

*Tabelul 13*

Controlul genetic al unor caractere și însușiri la mazăre

| Caracterul (însușirea) | Controlul genetic |
|---|---|
| Numărul internodiilor | *T* — număr mare de internodii<br>*t* — număr mic de internodii |
| Lungimea internodiilor | *Le, Lo* — internodii lungi<br>le, lo — internodii scurte |
| Ramificarea tulpinii | *Fr, Fru* — gene cu efect aditiv |
| Tulpină fasciată | *fa, fas* — gene cu acțiune pleiotropă |
| Număr de foliole | *Up* — trei perechi<br>*up* — o pereche |
| Lățimea frunzei | monogenic |
| Număr de flori | *Fn* și *Fna* — o floare<br>*Fn* și *fna*<br>*fn* și *Fna* — două flori<br>*fn* și *fna* — trei flori |
| Forma păstăilor | poligenic |
| Precocitate | monogenic |
| Mărimea boabelor | *Sy1, Sy2, Sy3, Sy4* (acțiune cumulativă) |
| Rezistența la antracnoză | poligenic |
| Rezistența le virusul mozaicului | monogenic, recesiv (*no*) |
| Rezistența la mozaicul îngălbenit | monogenic, recesiv |

Dintre genele de rezistență la boli, amintim : gena dominantă pentru controlul rezistenței la mozaicul galben, descoperită de cercetătorii francezi.

Pentru *culoarea păstăilor* au fost puse în evidență genele *Gr* — păstăi verzi, $P_1$ (împreună cu *A* și *Gr*), *culoarea purpurie* (în lipsa genei *A*, acțiunea genei de bază $P_1$ este redusă la zero), gena *C* condiționează *cotiledoane verzi*, iar gena *I*, *menține și intensifică pigmentul verde*. Forma *semințelor* este dată de gena *R*, care influențează și condiționează și suprafața netedă a semințelor, Gena *Q*, în stare recesivă (*q*), provoacă *avortarea ovulelor*.



Scanned with OKEN Scanner

Pentru *grosimea tegumentului seminal* intervin genele *Ep* și $Ep_1$.

*Caracterele tulpinii* sînt influențate de genele : *T*, $T_2$, $T_3$ pentru *numărul internodiilor*, $L_2L$, pentru *lungimea internodiilor*, $LaL_1$, determină *creșterea tulpinii* și gena *Fa* provoacă *fasciația tulpinii*.

Pentru *caracterele frunzei* intervin genele : *O*, *Ov*, *Og*, pentru *culoarea frunzelor* (linkage cu culoarea păstăilor), *Wl*, *pestrițarea frunzelor*, *St* — *stipele normale*, *Nr* — *stipele înguste*, *Td* — *foliole dințate*, *Fl* — *foliole cu cîrcei*, *K* — *forma normală a frunzei*.

S-a mai pus în evidență și acțiunea genelor : *A*, care condiționează *dezvoltarea antocianului* ; $A_1$, care determină *culoarea purpurie a frunzei* ; *B* (în prezența genelor $A_1$ $A_2$ $A_3$, $F_1$ *P*, $P_1$, $D_u$ , $F_3$), care determină *nuanțele de culori ale bobului* ; $B_1$, care condiționează *culoarea de bază a bobului* ; $C_2$ care determină *culoarea purpurie a florilor* ; $C_m$ , care determină flori de *culoare crem-alb*. Un număr mare de gene (*Z*,*F*,$D_s$,*U*,*Ch*,*M*,*H*) stabilesc *culoarea tegumentului seminal* (diferite culori și nuanțe).

Cercetările privind rezistența la unele boli au pus în evidență lipsa unor surse de rezistență pentru *Ascochyta pisi*, *Ascochita pinodella*, *Mycosphaerella pinodes*. În schimb, la *Fusarium solani* f. *pisi* se cunosc rasele fiziologice de bază : 1, 2 și 3 *A*. Rezistența față de rasa 1 este determinată de gena dominantă *Fw* care nu conferă însă rezistență și împotriva rasei 2. Cu ajutorul selecției și încrucișării s-au creat în prezent numeroase soiuri de mazăre de grădină rezistente față de rasa 1. Caracteristica de rezistență este totuși mult afectată de modificabilitate, în special de temperatură. Se cunosc cazuri în care temperatura solului de peste 28° C a mărit agresivitatea parazitului, făcîndu-l apt să atace unele soiuri considerate drept rezistente. Rezistența față de rasa 2 este condiționată de prezența altei gene dominante *Fnw*. S-au creat soiuri de mazăre practic imune față de atacul rasei 2, ca de exemplu : Delwiche Commando, New Walles și New Season ș. a. Problema nu este însă definitiv soluționată, deoarece după introducerea în cultură a noilor soiuri rezistente a apărut o altă rasă, 3 *A*.

Cercetările referitoare la rezistența la atacul de *Erysiphe polygoni* au pus în evidență diferite spectre de rase fiziologice, în diversele zone de cultură ale mazării, de care se ține seama în programul de ameliorare. În toate cazurile se recurge la soiuri rezistente la boli, posesoare de gene valoroase și la hibridare și back-cross, pentru transferul acestora la soiurile și materialul biologic luat în ameliorare.

## 2.10. DETERMINISMUL GENETIC AL SOIEI

**Mecanismul genetic al hibrizilor.** Comportarea sau mecanismul genetic al hibrizilor se redă în tabelul 14.



Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 14

Comportarea unor caractere și însușiri la soia, în $F_1$
(JOHNSON, 1959)

| Caracterul sau însușirea | Modul de comportare în $F_1$ | |
|---|---|---|
| | dominant | recesiv |
| Culoarea cotiledonului | galbenă | verde |
| Nodozități pe rădăcină | normală | lipsită de nodozități |
| Tipul de creștere a tulpinii | nedefinit | definit |
| Tulpina (înălțime) | normală | mică |
| Dispunerea ramurilor pe tulpină | laxă, ramuri lungi | compactă, ramuri scurte |
| Culoarea frunzei | verde normal | galbenă și verde pestriț |
| Forma frunzelor | lungă, ovală | strîmtă, ovală |
| Numărul frunzulițelor | 4—5 | 3—4 |
| Tipul inflorescenței | pedunculat | subsesil |
| Culoarea florilor | purpurie, purpurie intens | albă, purpurie deschis |
| Culoarea păstăii | neagră sau întunecată | deschisă |
| Dehiscența păstăilor | nu se scutură<br>se scutură (*G. ussuriensis*) | se scutură<br>nu se scutură |
| Numărul semințelor în păstaie | mai puțin de 10% din păstăi au 4 semințe intermediar (1,6—3) | mai mult de 10% din păstăi au 4 semințe scăzut (1—1, 5) |
| Fertilitatea semințelor în păstaie | normală | ovule și polen steril |
| Tăria învelișului seminței | tare, impermeabil | permeabil |
| Pigmentarea învelișului | neagră, imperfect deschis, maro, verde | neagră, maro, galbenă, brună-roșcată, galbenă |
| Maturizarea | tîrzie, lungă, timpurie | timpurie, scurtă, tîrzie |
| Rezistența la rugină | rezistent | nerezistent |
| Rezistența la Phytophthora | rezistent | nerezistent |

La soia au fost identificate genele : $D_1$, $D_2$ — culoarea galbenă a cotiledoanelor, $Df$ — tulpină înaltă, $df$ — tulpină pitică, $S$ — tip tardiv, $F$ — păstăi cu multe semințe, $Dt$ — creștere nedeterminată etc.

Pentru producție și calitate cît și pentru rezistența la unele boli predomină genele cu acțiune complexă și aditivă.

Pentru inserția păstăilor bazale, caracter morfologic apreciat în ameliorare, intervin fie mai multe gene, fie o singură genă recesivă, în funcție de soi. Forma obișnuită sau normală de inserție este determinată de o genă cu acțiune dominantă.



Scanned with OKEN Scanner

Dintre genele care intervin în determinismul genetic al caracterelor calitative amintim :

— gena dominantă $W_1$ pentru culoarea violetă a florilor și alela recesivă $w_1$ pentru culoarea albă ;

— gena $T$ pentru culoarea perilor ;

— genele $L_1$ $l_1$ $L_2$ și $L$ pentru culoarea păstăilor ;

— genele $R$, $O$, $G$ pentru culoarea semințelor ;

— genele $D_1$ și $D_2$ pentru culoarea cotiledoanelor și embrionului ;

— gena 1 pentru culoarea hilului.

Cercetări ample s-au făcut pentru a se cunoaște *determinismul genetic al rezistenței la boli* a leguminoaselor pentru boabe. Astfel, la *Pseudomonas phaseolicola* (arsura aureolată) au fost puse în evidență rasele 1 și 2, ca fiind cele mai frecvente și mai virulente. Identificarea raselor se face cu ajutorul testării (infecției artificiale) a unui sortiment de soiuri deosebite între ele prin gradul de rezistență sau sensibilitate. La *Pseudomonas glycinea* sau arsura bacteriană a soiei au fost puse în evidență mai multe rase, printre care mai importante sînt rasele 4, 8 și 9. La antracnoză *(Colletotrichum lindemuthianum),* una dintre cele mai periculoase boli ale fasolei, s-au indentificat mai multe rase, cu virulență diferită printre care rasele alfa, beta, delta și altele. Se apreciază că numărul acestora ar fi 13, ele fiind diferite ca virulență. Din cauza apariției de noi rase fiziologice, diferite din punct de vedere al virulenței, programul de ameliorare trebuie să fie permanent, folosind un material inițial adecvat, cu genele cele mai valoroase.

Privitor la sursele de rezistență sau material inițial de ameliorare, pentru mozaicul galben al fasolei sau *Phasolus virus 2* și *Bean virus* 2, *DENCESCU* și *FOILLOUX* (1976) indică în primul rînd soiurile și populațiile locale și în al doilea rînd unele soiuri ameliorate, în țară și străinătate.

O altă ciupercă parazită a culturilor de soia, *Peronospora manshurica* este prezentă prin rasele sale fiziologice 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 7, 8 și altele descoperite de diverși cercetători (ROȘCA și DENCESCU, 1976). Au fost identificate genele $Mi_1$, $Mi_2$, și $Mi_3$, care determină această rezistență, îndeosebi rezistența la rasele 1, 2 și 3, care sînt cele mai răspîndite. Dintre soiurile cercetate la Fundulea, Frühengebzle, Wasse Hadaka, Vilenska Cerna, Pantera, Procmata, Universal, Wiskonsin, Early Black sînt rezistente și deci valoroase ca forme parantale pentru hibridare cu soiurile noastre.

Cercetările privitoare la genetica rezistenței la boli au scos în evidență fenomenul de înlănțuire genică între diferite însușiri și cele de rezistență, GEESMAN (1967) a stabilit acțiunea genelor dominante $Mi_1$, $Mi_2$, $Mi_3$ pentru rezistența la *Peronospora manshurica,* FERSTER 1970) a evidențiat tipul poligenic de rezistență la *Xanthomonas,* ATHOV și PROBST (1968) au identificat gena dominantă *Ca* pentru rezistența la *Cercospora sojina,* iar BERNARD și colab. (1975) gena dominantă *Ps* pentru rezistența la *Phytophtora sp.* Pentru rezistența la *Heterodera glycinis,* CALDWELL și colab. (1967) identifică genele recesive $rhy_1$, $rhy_2$ și $rhy_5$.



Scanned with OKEN Scanner

Dintre caracterele cantitative cercetate sub aspect genetic menționăm : elementele de producție, conținutul în ulei și proteină, înălțimea plantei, rezistența la cădere, perioada de vegetație, calitatea uleiului și proteinei și altele.

Toate caracterele menționate sînt complexe și determinate poligenic.

De mare importanță pentru ameliorarea acestor caractere este cunoașterea variabilității genetice, a eredității, a paralelismelor și corelațiilor dintre aceste caractere și a coeficienților de ereditate.

Cercetările privind caracterele cantitative la soia au scos în evidență diferite moduri de acțiune a genelor, ca : dominantă, aditivitate, complementaritate și epistazie. Se menționează mai ales tipul aditiv de acțiune a genelor în determinarea celor mai multe dintre caracterele cantitative, dar și efectul de dominanță pentru producția de semințe, maturitate și rezistență la cădere. Pentru conținutul de proteine și ulei s-au identificat interacțiuni nealelice de tip complementar și epistatic, iar între înălțimea plantei, capacitatea de producție și data înfloririi s-a stabilit prezența unei înlănțuiri genetice accentuate, care determină și creșterea specifică dintre aceste caractere.

Cunoscînd ereditatea caracterelor și însușirilor de soi exprimată prin valoarea coeficientului de ereditate, se poate evalua progresul genetic așteptat în aplicarea selecției.

Valoarea coeficientului de ereditate, în sens larg sau în sens restrîns, caracteristic variabilității genetice, variază între limite mari de la un caracter sau de la o însușire la alta, așa cum rezultă din tabelul 15 (DENCESCU și colab., 1982).

*Tabelul 15*

Coeficienții de ereditate în sens larg (HL) și sens restrîns (HS) pentru 12 caractere în 4 încrucișări (după DENCESCU, 1980).

| Caractere | Încrucișarea | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Provar × Anoka | | Provar × Clay | | Provar × Prichette | | Provar × Altona | |
| | Coeficient de ereditate | | | | | | | |
| | HL | HS | HL | HS | HL | HS | HL | HS |
| Înălțimea tulpinii | 60 | 28 | 67 | 27 | 67 | 28 | 67 | 28 |
| Înălțimea de inserție a păstăii | 21 | 18 | 19 | 10 | 19 | 11 | 26 | 11 |
| Numărul de noduri | 25 | 14 | 38 | 16 | 34 | 25 | 39 | 16 |
| Numărul de ramificații | 33 | 8 | 36 | 11 | 33 | 10 | 34 | 8 |
| Numărul de păstăi pe plantă | 52 | 16 | 27 | 6 | 52 | 15 | 50 | 16 |
| Numărul de boabe pe plantă | 15 | 13 | 28 | 28 | 20 | 10 | 18 | 10 |
| Numărul de boabe în păstaie | 60 | 12 | 43 | 12 | 48 | 14 | 32 | 13 |
| Producția pe plantă | 32 | 16 | 32 | 27 | 41 | 31 | 35 | 23 |
| Mărimea boabelor (MMB) | 21 | 9 | 32 | 28 | 24 | 23 | 27 | 14 |
| Conținutul în substanțe proteice | 40 | 27 | 32 | 27 | 31 | 21 | 41 | 24 |
| Conținutul în substanțe grase | 66 | 27 | 65 | 25 | 65 | 32 | 66 | 30 |
| Perioada de vegetație | 85 | 28 | 88 | 27 | 87 | 29 | 84 | 29 |



Scanned with OKEN Scanner

## 2.11. DETERMINISMUL GENETIC AL FLORII-SOARELUI

În prima generație hibridă se realizează o variabilitate genetică mare, cu forme care moștenesc de cele mai multe ori caracterele și însușirile ambilor genitori. Se mai constată o vitalitate sporită a hibrizilor, precum și o ereditate transgresivă.

Modul de comportare a principalelor caractere este redat în tabelul 16.

*Tabelul 16*

Comportarea ereditară a florii-soarelui în $F_1$.

| Caracterul sau însușirea | Modul de comportare dominant | recesiv |
|---|---|---|
| Înălțimea plantei | înaltă | joasă |
| Ramificarea tulpinii | ramificată | neramificată |
| Rezistența la Orobanche | rezistentă | nerezistentă |
| Stratul carbonogen | prezența stratului carbonogen | absența stratului carbonogen |
| Culoarea fructelor | închisă | deschisă |
| Producția de boabe | productiv | neproductiv |

Conținutul de ulei și coji prezintă o comportare intermediară. Cele mai multe din caracterele și însușirile de soi prezintă o ereditate polifactorială.

**Determinismul genetic al caracterelor morfologice**

*Înălțimea plantei* este un caracter genetic polifactorial și prezintă o variabilitate de la un soi la altul sau de la un hibrid la altul Așa cum se știe, înălțimea tulpinii depinde de numărul și lungimea internodiilor, care sînt caractere genetice plurigene. Pentru ameliorare este important de reținut dependența sau linkageul dintre formele de talie mai mică și alte însușiri și caractere de soi, ca precocitate, producție de sămînță, mărimea și uniformitatea calathidiilor etc.

*Ramificarea tulpinii,* caracter nedorit la soiurile pentru ulei, este determinat de acțiunea genelor dominante $Br_2$ și $Br_3$.

*Stratul carbonogen,* caracter morfologic dorit, este determinat de gena dominantă *P*.

*Culoarea florilor* este condiționată de prezența genei dominante *L* care determină culoarea portocalie a florilor.

*Grosimea tulpinii,* este caracter genetic polifactorial.

*Elementele frunzei,* număr și mărime, sînt caractere genetice monofactoriale, cu o amplitudine mare de variație.

*Culoarea semințelor sau achenelor,* caracter genetic cu foarte mare amplitudine de variație, este condiționată de acțiunea mai multor gene pentru culoarea diferită și variată a pericarpului seminal. Se cunosc astfel : gena S pentru formarea pigmentului din epidermă, gena T pentru pigmentul antocianic și altele.



Scanned with OKEN Scanner

**Determinismul genetic al producției și calității.** Elementele de producție sînt : mărimea calathidului, numărul semințelor din calathidiu și greutatea semințelor, iar însușirile de calitate privesc : conținutul procentual de coji, conținutul procentual de miez, conținutul procentual de ulei din miez și calitatea uleiului.

Mărimea calathidiului este un caracter genetic polifactorial și pe baza rezultatelor încrucișărilor între formele cu calathidiu mare cu forme cu calathidiu mic s-a stabilit dominanța calathidiului mare (RUDORF, 1958). O comportare asemănătoare prezintă și mărimea și greutatea achenelor.

În determinismul genetic al însușirilor de calitate intervin gene multiple. Cercetările privind procentul de coji din greutatea totală a achenelor au stabilit că hibrizii $F_1$ au o comportare intermediară față de formele parentale și că această însușire se moștenește independent față de conținutul de miez.

Un determinism genetic complex și cu diferite moduri de manifestare în descendență s-a stabilit cu privire la conținutul și calitatea uleiului la floarea-soarelui.

**Determinismul genetic al rezistenței la boli și dăunători.** Determinismul genetic al rezistenței la boli a florii-soarelui este un determinism polimer sau oligomer, în funcție de agentul patogen. De multe ori genele de rezistență sînt mascate de alte gene. Identificarea acestor gene se face cu ajutorul consangvinizării și selecției. Prezintă importanță pentru lucrările de ameliorare genele favorabile aflate în linkage cu gene favorabile pentru alte însușiri de soi.

Bolile criptogamice frecvente culturilor de floarea-soarelui sînt : rugina *(Puccinia helinthi)*, putregaiul florii-soarelui *(Sclerotinia sclerotiorum)*, mana florii-soarelui (*Plasmopara helianthi*), verticiloză (*Verticillium dahliae* și pătarea frunzelor (*Septoria helianthi*).

Bazele științifice ale ameliorării rezistenței la boli o constituie ereditarea și determinismul genetic al elementelor și însușirilor de rezistență. Genele care intervin în determinarea rezistenței la boli sînt numeroase și specifice.

*Rezistența la rugină (Puccinia helianthi)* este condiționată monofactorial de gena dominantă $R_1$ sau $R_2$ ; sursele de rezistență aparținînd speciilor sălbatice *Helianthus agrophyllus* și *Helianthus ruderalis*. Unii cercetători au pus în evidență două gene. Transferarea genelor de rezistență la rugina florii-soarelui de la *Helianthus agroplyllus* la floarea-soarelui cultivată a fost efectuată în anul 1916 de către SATIPEROV (citat de VRÎNCEANU, 1978), cînd a arătat că rezistența este condiționată de două perechi de alele recesive. Alți cercetători au stabilit prezența altor gene de rezistență la speciile *Helianthus ruderalis* și *Helianthus lanticularis*.

Cercetări privind genetica rezistenței la rugină s-au efectuat la noi în țară la I.C.C.P.T. Fundulea și în străinătate, îndeosebi în Canada, unde au fost obținute linii consangvinizate cunoscute sub denumirea de sursele 88, 22 și 41, posesoare a genei dominante $R_1$ și $R_2$ pentru rezistența la rasele fiziologice de rugină 1 și 2. Se studiază sursele de rezistență pentru rasele fiziologice 3 și 4.



Scanned with OKEN Scanner

*Rezistența la mană (Plasmopora helianthi),* la fel ca rezistența la rugină, este o însușire genetică monofactorială, controlată de gena dominantă $P_1$, transferată prin retroîncrucișare sau back-cross de la speciile sălbatice la specia de cultură. Cercetătorii de la I.C.C.P.T. Fundulea au depistat genele dominante $Pl_1$ și $Pl_2$ care determină rezistența la mană a florii-soarelui. Ulterior au fost identificate și alte gene și s-a constatat că rezistența la mană a florii-soarelui este și o însușire genetică polifactorială, întrucît intervin mai multe gene majore dominante. Speciile sălbatice, perene sau anuale, constituie cea mai valoroasă sursă pentru această rezistență.

Au fost identificate surse de rezistență printre soiurile ameliorate, precum și printre speciile înrudite. A fost obținută o linie consangvinizată AD-66 imună la atacul de mană (STOENESCU, 1969).

*Rezistența la atacul de verticiloză* (boală provocată de *Verticillium dahliae)* se datorează acțiunii genei dominantă $V_1$, dar și altor gene, specifice unor linii consangvinizate de floarea-soarelui (VRÎNCEANU și colab., 1978). Majoritatea genelor de rezistență au fost identificate în genotipurile speciilor sălbatice. Comportarea diferită a hibrizilor dintre formele rezistente și formele nerezistente arată variabilitatea genetică diferită a materialului utilizat în ameliorarea rezistenței la verticiloză.

În determinismul genetic al rezistenței la pătarea frunzelor sau verticiloză există una sau mai multe gene de acțiune dominantă, dar și gene complementare.

Mai puțin cunoscută este genetica rezistenței la *putregaiul florii-soarelui (Sclerotinia sclerotiorum),* care atacă rădăcinile, tulpinile și inflorescența. Contra acestei boli se luptă prin crearea de soiuri și hibrizi rezistenți sau prin crearea de soiuri și hibrizi cu durată scurtă de vegetație, cunoscut fiind faptul că între rezistență și precocitate există o corelație pozitivă. Sursele de rezistență sînt reprezentate de speciile sălbatice : *Helianthus macrophyllus, Helianthus divaricatus, Helianthus mollis, Helianthus multiflorum, Helianthus peticolaris* și altele.

Cercetări valoroase privind rezistența genetică a florii-soarelui la boli au fost făcute de către specialiștii de la I.C.C.P.T. Fundulea, care au arătat că ameliorarea rezistenței la boli comportă separarea genelor din populațiile hibride prin autofecundare și transferul acestora prin back-cross liniilor consangvinizate parentale ale hibrizilor heterozis.

Studiile privind rezistența la boli pornesc de la principiul genetic „genă pentru genă" potrivit căruia fiecărei gene capabile să producă mutații pentru asigurarea rezistenței îi corespunde o genă a parazitului capabilă, de asemenea, să sufere mutații pentru învingerea rezistenței plantei gazdă. Pe baza variabilității genetice parazit × gazdă apar rase noi ale parazitului, cu agresivitate și virulență modificate, capabile să infecteze noile forme sau linii de floarea-soarelui.

Cercetările întreprinse la Fundulea (STOENESCU și colab., 1979) scot în evidență rolul speciilor de floarea-soarelui în rezistența la boli. Cele mai valoroase surse de rezistență la boli sînt furnizate de speciile existente.

Astfel, pentru rezistența la mană se menționează speciile : *Helianthus tuberosus, Helianthus macrophilus* și *Helianthus rigidus.* Pentru rezistența la putregaiul alb se recomandă ca surse de gene valoroase speciile :



Scanned with OKEN Scanner

*Helianthus macrophylus, Helianthus tomentosus, Helianthus laetiflorus, Helianthus rigidus, Helianthus divericutus* și altele. Pentru rezistența la rugină, cele mai bune sînt speciile : *Helianthus ruderallis, Helianthus lenticularis* și *Helianthus aegophyllus*. Pentru rezistența la verticiloză se folosesc : *Helianthus tomentosus* și unele specii anuale canadiene. Pentru rezistența la lupoaie, cele mai valoroase surse de rezistență sînt speciile : *Helianthus tuberosus* și *Helianthus rigidus*.

*Rezistența la molie (Homoeosoma nebulella).* Se datorează prezenței în coaja semințelor a stratului carbonogen situat în pericarp, între hipodermă și sclerenchim.

Prezența stratului carbonogen se transmite dominant, iar în $F_2$ segregă la 3 : 1. Este un caracter ereditar, determinat de o singură genă dominantă sau o singură pereche de alele și anume *P* și *p*. Pe lîngă gena dominantă *P* pot interveni și gene modificatoare, care determină variabilitatea structurii substanței carbonogene. Cercetarea genetică a rezistenței florii-soarelui la molie se datorează lui PUTT, USTINOVA și alții. Însușirea de rezistență se transmite independent de alte caractere sau însușiri de soi, putînd fi ușor introduse în genotipurile ameliorate.

*Rezistența la lupoaie (Orobanche cumana),* este o însușire genetică polifactorială, cu mare variabilitate genetică. S-a constatat faptul că unele forme sînt rezistente la rasa *A* și nerezistente la rasa *B*, ceea ce a permis să se deducă existența unui control genetic complex, poligenic în determinarea rezistenței totale.

Androsterilitatea a fost identificată și la floarea-soarelui, fiind condiționată de factori nucleari și anume de o genă recesivă în stare homozigotă. În cazuri mai rare participă două gene recesive. Au fost puse în evidență cinci gene alelice ($ms_1 \ldots ms_5$), dintre care gena $ms_1$, frecventă și înlănțuită cu gena *T*, pentru culoarea antocianică a plantelor.

Ulterior s-a identificat și tipul nucleo-citoplasmatic de androsterilitate și el a început să fie folosit în procesul de producere de sămînță.

Deși în număr destul de mic, totuși au fost identificate și gene pentru *restaurarea fertilității polenului,* gene notate cu simbolul *Rf*. Asemenea gene pentru restaurarea fertilității au fost identificate de LECLERG, 1969 ; SCORIC, 1974 ; FERNANDEZ și colab., 1974 ; VELIKOV și STOIANOV, 1974 ; VRÎNCEANU și STOENESCU, 1971 și alții (STOENESCU și colab., 1979).

## 2.12. DETERMINISMUL GENETIC AL INULUI

**Mecanismul genetic al hibrizilor.** Felul de comportare al inului, în primele două generații hibride este redat în tabelul 17, din care rezultă comportări diferite : dominantă, recesivă, intermediară și transgresivă, în funcție de soi, caracter sau însușire.



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 17*

Comportarea ereditară a inului

| Caracterul sau însușirea | Felul de comportare | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | dominant ($F_1$) | recesiv ($F_1$) | intermediar ($F_1$) | transgresiv polimer ($F_2$) | complex ($F_2$) |
| Înălțimea tulpinii | | | + | + | + |
| Mărimea florilor | | | | + | |
| Comportarea capsulei la maturitate (dehiscent-indehiscent) | | | + | | |
| Mărimea capsulei | | | + | + | + |
| Mărimea semințelor | + | | + | + | + |
| Culoarea semințelor | domină culorile închise asupra culorii deschise | | | | |
| Conținutul de fibre | | | | + | |
| Conținutul de ulei | | | | + | |
| Perioada vegetativă | | | + | + | |
| Stadiile de dezvoltare | domină stadiile scurte | | | | |
| Rezistența la rugină | + | | | | |
| Rezistența la fuzarioză | | + | | | |
| Sterilitatea polenului | domină fertilitatea asupra sterilității; în $F_2$ se realizează 3 fertile : 1 sterile | | | | |
| Culoarea albastră a florilor | + | | | | |
| Culoarea albă a florilor | | | + | | |

Au fost puse în evidență forme transgresive pentru : înălțimea plantei ; mărimea semințelor ; conținutul în ulei din semințe. S-a stabilit o ereditate polifactorială pentru elementele de producție și însușirile biochimice dar și pentru *dehiscența* și *indehiscența* capsulelor, culoarea florilor etc.

Acțiunea aditivă a genelor caracterizează numeroase caractere genetice cantitative, ca : numărul ramificațiilor tulpinale, înălțimea plantei, înfloritul și altele.

**Determinismul genetic al caracterelor morfologice.** Majoritatea caracterelor morfologice sînt caractere genetice cantitative și deci prezintă un determinism genetic complex, polifactorial.

**Determinismul genetic al producției și calității.** Elementele de producție ale inului pentru ulei sînt : numărul plantelor fertile la unitatea de suprafață, numărul și mărimea capsulelor, numărul, mărimea și greutatea semințelor și conținutul ridicat de ulei.

Soiurile ameliorate productive trebuie să producă în jur de 2 000 kg semințe/ha și să dezvolte capsule multe (peste 30 la plantă), mari (cu peste 10 semințe) și grele (cu MMB peste 10—12 g), iar conținutul de ulei să depășească 40—45%.



Scanned with OKEN Scanner

Calitatea soiurilor de in de ulei se exprimă indirect prin conținutul bogat în ulei al semințelor, iar direct prin însușirile tehnologice ale uleiului. După cum se știe, sicativitatea se măsoară prin indicele de iod (cifra iod) și cu cît aceasta este mai mare cu atît calitatea uleiului este mai bună. Indicele de iod variază la in de la 160 la 210. Soiurile selecționate au un indice de iod cuprins între 180 și 200. Un conținut ridicat de ulei și un indice de iod mare se obțin în condiții de umiditate suficientă.

Elementele de producție ale inului pentru fuior sînt : lungimea tehnică a tulpinii și conținutul procentual de fibre.

Însușirile de calitate ale inului de fuior sînt date de : lungimea fuiorului sau a fibrei tehnice, elasticitatea fibrelor tehnice, finețea, rezistența la întindere, rezistența la îndoire, numărul de filare, capacitatea de filare și conductibilitatea calorică.

Dintre elementele de producție, *greutatea semințelor* prezintă o comportare intermediară sau parțial dominantă, fiind condiționată de un număr relativ mic de gene. Coeficientul de ereditate al acestui caracter este relativ ridicat (55%).

*Mărimea semințelor* este condiționată poligenic, semințele mari avînd o comportare parțial dominantă.

Pentru sicativitatea uleiului intervin gene înlănțuite cu gene pentru culoarea semințelor, precum și gene modificatoare. S-a pus în evidență acțiunea aditivă a mai multor gene pentru *conținutul procentual de ulei,* la care varianța genetică totală depășește 75%, iar coeficientul de ereditate are valori de peste 65% (ILARIA DOUCET, 1969).

Pentru *numărul capsulelor* și *numărul semințelor,* intervin gene neaditive.

Deși valorile coeficientului de ereditate pentru multe din însușirile de soi ale inului, inclusiv cele de productivitate sînt de 55—60%, cercetările scot în evidență interacțiunea genotip × mediu, care la in este destul de mare, îndeosebi pentru producția de sămînță și numărul capsulelor pe plantă.

Conținutul de ulei este un caracter cantitativ poligenic, unele gene avînd acțiune modificatoare. Coeficientul de ereditate variază între 34—66% și peste 70% din varianța genetică totală o constituie varianța aditivă.

Și indicele de iod are un determinism poligenic, avînd un coeficient de ereditate de 3,50—36,2%. Genele pentru conținutul de ulei și sicativitatea acestuia prezintă o comportare independentă.

Studiind însușirile de calitate ale semințelor de in asociate cu locusul *D,* pe baza analizei varianței COMSTOCK și colab. (1969) indică faptul că segmentul adiacent la locusul *d* (alela recesivă) este activ în stabilirea conținutului de ulei și mărimii seminței și că locusul *d* are un efect pleiotrop asupra indicelui iod. Alela dominantă *D* determină sămînță cafenie și flori albastre, iar alela recesivă *d* sămînță și flori roze. Formele sau liniile homozigote pentru alela recesivă prezintă semințe mai mici și indicele iod mai ridicat decît liniile homozigote pentru alela dominantă *D* (semințe cafenii și flori albastre).



Scanned with OKEN Scanner

Acțiunea genelor care determină producția și calitatea inului diferă de la un soi la altul sau de la o grupă de soiuri la alta. Majoritatea caracterelor și însușirilor de soi, inclusiv calitatea, sînt însușiri genetice polifactoriale.

Cercetările privitoare la determinismul genetic al elementelor de producție indică influența mai multor gene asupra dehiscenței și indehiscenței capsulelor mature, mărimea capsulelor, mărimea semințelor, conținutul de fibre, producția de semințe și altele. O acțiune aditivă accentuată prezintă capacitatea de ramificare a tulpinii (caracter al inului pentru ulei) și înălțimea plantei (caracter al inului pentru fuior).

Coeficientul de ereditate al elementelor de productivitate a inului pentru ulei și inului pentru fuior este destul de mare, denotînd apartenența acestor caractere genotipului sau eredității, iar ereditatea complexă indică o interacțiune a mai multor gene, cu acțiune diferită.

În aprecierea calității fibrelor se ține seama de mecanismul și determinismul genetic al : *lungimii fibrei,* determinată cu ajutorul relației $Pf=\frac{G}{Gr}\times 100$, în care : $Pf$ este procentul de fibre scurte, $G$ — greutatea fibrelor scurte, $Gr$ — greutatea fibrelor scurte folosite la analiză ; *fineței fibrelor,* determinată cu ajutorul relației : $N=\frac{L}{G}$, în care : $N$ indică de cîte ori o unitate de fibră este cuprinsă între o anumită greutate determinată, $L$ — lungimea fibrei exprimată în mm sau km, $G$ — greutatea fibrei, exprimată în mg, g, kg ; *rezistenței fibrei,* calculată potrivit relației : $Rf=P\frac{L}{G}$, în care $Rf$ este lungimea de rupere, $P$ — rezistența absolută în g sau kg, $L$ — lungimea fibrei analizate, $G$ — greutatea fibrei analizată ; *elasticității fibrei,* exprimată prin lungimea maximă sau absolută pe care o suportă în timpul întinderii fără a se rupe, se determină cu ajutorul relației : $lx=lg+lz+ln$, în care : $lx$ este lungimea maximă sau absolută, $lg$ — deformarea elastică, $lz$ — deformarea supraelastică, $ln$ — deformarea plastică ; *flexibilității* sau capacității de îndoire fără deformare ; *torsiunii* sau capacității de răsucire ; *capacității de filare* exprimată prin lungimea optimă de rupere și *numărului de filare,* însușire precizată de norma STAS.

Studiile genetice indică : interacțiune semnificativă între genele pentru producție și calitate, acțiune predominantă aditivă a genelor pentru capacitatea de producție, inclusiv înălțimea plantei, poligene specifice pentru numărul semințelor, un coeficient de ereditate de 0,52 pentru greutatea semințelor, ereditate simplă și gene înlănțuite cu semințe galbene pentru sicativitatea uleiului.

Sicativitatea și conținutul procentual de ulei se datorează în mare măsură și acțiunii genelor modificatoare.

Conținutul de ulei este un caracter genetic specific, cu un coeficient de ereditate de 65—70% și o participare a varianței aditive în proporție de 75%. Gene cu efect aditiv caracterizează lungimea tehnică a plantei și MMB.



Scanned with OKEN Scanner

În cazul producției de sămînță a fost pusă în evidență epistazia complementară, iar pentru MMB și lungimea tehnică a tulpinii efectele additive ale genelor.

**Determinismul genetic al rezistenței la boli.** Frecvente în culturile de in sînt următoarele boli criptogamice : fusarioză (*Fusarium lini*), polisporioza *(Polyspora lini)*, antracnoza *(Colletotrichum lini)*, bacterioza *(Bacillus macerana)*, ascocitoza *(Ascochyta linicola)*, rugina *(Melampsora lini)* etc. Cea mai importantă este rugina.

Determinismul genetic al rezistenței la boli a inului nu este suficient de cunoscut pînă în prezent.

*Rezistența la rugină* este determinată de gene cu acțiune dominantă și alele multiple. Cercetările arată că pentru fiecare genă de rezistență sau susceptibilitate existentă în planta de in, în organismul agentului patogen există o genă corespunzătoare pentru avirulență sau virulență (genă pentru genă). Genele care intervin în rezistența la rugină sînt gene cu acțiune specială. Cazul este asemănător și pentru alte boli ale inului sau altor culturi. Unii cercetători indică două gene înlănțuite care intervin în determinismul rezistenței. Cercetătorii americani au pus în evidență gena dominantă *N*, care determină imunitatea inului față de toate rasele locale de rugină (POTLOG-VELICAN, 1971—1972). Se citează existența unor relații complementare între genele plantei gazdă, pentru rezistența la rugină și genele agentului patogen pentru virulență. Sensibilitatea este însoțită de prezența uneia sau ambelor gene în stare recesivă. Pentru rezistența la rugină intervin adesea gene cu acțiune dominantă (genele *K, L, M, N, B* și $P_1$), alături de gene complementare ; acțiune polifactorială prezintă și rezistența celorlalte boli ale inului.

Cercetările genetice arată că rezistența inului la rugină este dată de 2 gene înlănțuite. Cercetătorii americani au pus în evidență gena *N*, care condiționează imunitatea față de toate rasele locale de rugină. Se constată existența unor relații complementare între genele plantei-gazdă pentru rezistența la rugină și genele agentului patogen pentru virulență. Sensibilitatea este însoțită de prezența uneia sau ambelor gene în stare recesivă.

Rezultate asemănătoare s-au obținut și în cazul celorlalte boli ale inului. În majoritatea cazurilor se observă un determinism genetic complex, cu gene multiple.

## 2.13. DETERMINISMUL GENETIC AL CÎNEPII

**Ereditatea în ameliorarea cînepii.** Cînepa posedă o constituție genetică și o ereditate foarte complexe, care se explică prin dioicitatea, bogăția în forme și biotipuri, polimorfismul și plasticitatea biologică mare a cînepii.

În tabelul 18 este prezentată comportarea principalelor caractere și însușiri în prima generație hibridă ($F_1$).



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 18*

Ereditatea la cînepă în $F_1$

| Caracterul sau însușirea | Felul de comportare în $F_1$ | | |
|---|---|---|---|
| | dominant | recesiv | intermediar |
| Înălțimea plantei | + | | + |
| Diametrul tulpinii | ± | | |
| Fasciația tulpinii | | + | |
| Tipul dioic | + | | |
| Forma și structura fasciculului fibros | ± | | |
| Rezistența la Orobanche | + | | |
| Conținutul de ulei | ± | | + |
| Lungimea fibrei tehnice | + | | |
| Rezistența fibrelor | ± | | + |
| Precocitatea | ± | | ± |
| Culoarea seminței | | | + |
| Culoarea verde a hipocotilului | + | | |
| Conținutul procentual de fibre | | | + |

Caracterele și însușirile de soi, îndeosebi caracterele cantitative, posedă un determinism genetic complex polifactorial, fiind în funcție de soi și sexul cînepii.

## 2.14. DETERMINISMUL GENETIC AL CARTOFULUI

**Mecanismul genetic al hibrizilor.** Mecanismul genetic al hibrizilor sau comportarea ereditară a formelor hibride în primele generații, prezintă deosebită importanță în practica ameliorării cartofului.

Comportarea ereditară sau mecanismul genetic al hibrizilor din prima generație, precum și controlul genetic al unor caractere și însușiri sînt redate în tabelul 19.

Datele ne arată că în unele cazuri comportarea este în avantajul ameliorării, în alte cazuri comportarea este în dezavantajul ameliorării. În al doilea caz trebuie luate măsuri și aplicate metode genetice pentru înlăturarea acestor cazuri și determinarea unor comportări corespunzătoare. Cele mai multe din caracterele și însușirile valoroase prezintă o comportare dominantă, avantajoasă procesului de ameliorare.



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 19*

Comportarea ereditară și controlul genetic al unor caractere și însușiri ale cartofului

| Caracteristica | Comportarea ereditară dominant | recesiv | Controlul genetic |
|---|---|---|---|
| Forma tuberculilor | rotundă | lungă, lung-ovală | poligenic (probabil cu acțiune aditivă). |
| Lungimea stolonilor | scurt | lung | mai multe gene dominante și modificatoare |
| Poziția ochilor tuberculilor | adîncă, uneori invers | superficială uneori invers | poligenic |
| Culoarea cojii tuberculilor | — | — | 5 gene : *R.E*=principale<br>*DP* — modificatoare<br>*S* — repartizatoare<br>*R.D.* — roșu-intens<br>*E.D.* — roz-alburiu |
| Culoarea pulpei tuberculilor | — | — | Sistem complex — gene principale + numeroase gene modificatoare |
| Durata perioadei de vegetație | precocitate sau tardivitate | tardivitate sau precocitate | poligenic |
| Rezistența la îngheț | rezistent | nerezistent | mai multe gene dominante sau<br>o genă majoră + alela modificatoare |
| Androsterilitate citoplasmatică | androsteril | androfertil | Seria de gene „in" în citoplasmă, In Lb — în citoplasmă sterilă |
| Producția de tuberculi | Posibilități de transgresiune | Posibilități de transgresiune | poligenic |
| Conținut în amidon | conținut ridicat | conținut scăzut | poligenic |
| Conținutul în proteine | intermediar | sau recesiv | poligenic |
| Conținutul în solanină | — | — | cel puțin două gene dominante + mai multe gene modificatoare |
| Conținutul în vitamina C | conținut ridicat | cu posibilități de transgresiune | |
| Însușirile culinare | — | — | poligenic |
| Rezistența la mană | rezistent | nerezistent | Seria de gene *R*, specifice speciei Solanum demissum ($R_1$—$R_9$) = reacție de hipersensibilitate sau toleranță în funcție de doza genică |
| Rezistența la rîie neagră | — | — | Ipoteze :<br>I — 3 gene *X*, *Y*, *Z*+2 $A_1$ *B* supresori<br>II — 3 gene *A*, *B*, *C*, cu acțiune aditivă<br>III — 3 gene independente *X* și *Y*—*Z* complementare |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 19 (continuare)*

| Caracteristica | Comportarea ereditară dominant | recesiv | Controlul genetic |
|---|---|---|---|
| Rezistența la virusul X | rezistent | nerezistent | *Nx* și *Nb* cu acțiune independentă = hipersensibilitate<br>*Rx* — imunitate |
| Rezistența la virusul Y | rezistent | nerezistent | *Nc* — hipersensibilitate<br>*Ny* — înlănțuită cu *Nx* — hipersensibilitate la *Y* și *A*<br>*Ry* — imunitate (acțiune pleiotropă) |
| Rezistența la virusul A | rezistent | nerezistent | *Ns* — înlănțuit cu *Nx* — hipersensibilitate<br>*Ry* — imunitate |
| Rezistența la virusul răsucirii frunzelor | rezistent uneori transgresiv | nerezistent | gene multiple dominante |
| Rezistența la gîndacul de Colorado | rezistență intermediară sau recesivă | | poligenic |
| Rezistența la nematozi | rezistent | nerezistent | $H_1$ — rezistență totală<br>poligenic — rezistență parțială |

**Determinismul genetic al caracterelor morfologice.**

*Mărimea tuberculilor* este condiționată de una sau mai multe gene în funcție de soi, iar lungimea este condiționată poligenic, genele avînd acțiune aditivă.

*Culoarea tuberculilor* este condiționată de mai multe gene, unele principale, altele complementare. Au fost identificate genele dominante *R, E, D, P, S*. Gena *R* determină culoarea roșie a cojii, gena *E* culoarea roză, gena *D* acționează pentru intensificarea culorilor, gena *P* determină pigmentația albastră, iar gena *G* determină repartizarea culorilor. Pentru culoarea roză acționează și gena *Rd*. Culoarea roșie-închisă este asigurată de acțiunea concomitentă a genelor *R* și *D*. Atenuarea culorilor din jurul ochilor sau mugurilor se datorează prezenței genei *M*. Genele *E* și *M* sînt înlănțuite.

*Culoarea pulpei sau miezului* este condiționată de un sistem genetic complex cu acțiune specifică a genelor principale și genelor complementare și modificatoare. Culoarea colților crescuți la lumină este un caracter genetic, determinat de aceleași gene care determină și culoarea tuberculilor.

*Adîncimea mugurilor (ochilor)* este condiționată de interacțiunea a două gene complementare.

*Lungimea stolonilor*, caracter de specie, este determinată poligenic. Pentru lungimea stolonilor și gruparea răsfirată a tuberculilor în cuib intervin gene cu acțiune dominantă.

*Caracteristicile frunzei*. Frunzele compuse sînt condiționate de gena dominantă *L*. Alte caracteristici ale frunzei de cartof prezintă o ereditate simplă sau complexă, fiind determinate monogenic sau poligenic.



Scanned with OKEN Scanner

*Culoarea corolei* este determinată de o singură genă cu acțiune dominantă.

*Forma rotundă, ovală sau alungită* a tuberculilor este cauzată de acțiunea unei singure gene. În unele cazuri intervin însă mai multe gene pentru acest caracter morfologic. RUDORF și colab. (1958) au determinat prezența a trei gene diferite, dintre care două determină dominanța formei lungi. Marea majoritate a cercetătorilor au evidențiat însă că forma rotundă domină asupra formei lungi sau lungi-ovale și că de fapt se constată o trecere treptată continuă între tipurile extreme. Se desprinde astfel ideea că acest caracter este condiționat poligenic și că genele au o acțiune aditivă.

*Adîncimea ochilor sau mugurilor* este un caracter genetic poligenic.

**Determinismul genetic al producției și calității.** Elementele de producție ale cartofului sînt: numărul cuiburilor la unitatea de suprafață, numărul tuberculilor din cuib, mărimea și greutatea tuberculilor și producția de tuberculi la cuib.

Însușirile de calitate sînt determinate de conținutul biochimic al tuberculilor și anume, conținutul de: amidon, proteine, grăsimi și vitamine, dar și de alte însușiri specifice de calitate, ca de pildă însușirile culinare.

Atît producția, cît și calitatea sînt caractere genetice ereditare și complexe. Complexitatea producției și calității este asociată desigur cu o complexitate genetică poligenă. În determinismul genetic al acestor caractere complexe (producție și calitate) intervin numeroase gene principale și o serie de gene complementare sau modificatoare. Ca rezultat al acțiunii numeroaselor gene se întîlnesc frecvent și cazuri de transgresiune.

Pentru scoaterea în evidență a valorii genetice se folosește reproducerea generativă și autofecundarea. Majoritatea genelor care intervin în formarea, exteriorizarea și intensificarea elementelor de producție sînt fie dominante, fie cu acțiune aditivă.

Cercetările cu privire la determinismul genetic al capacității de producție au scos în evidență și faptul că în urma consangvinizării predomină clonele cu producție scăzută, fapt ce se explică prin posibilitatea unor alele negative de a se manifesta fenotipic. Mai rar au fost identificate și clone mai productive care apar prin unirea unor gene pozitive existente separat în diferite forme parentale.

Însușirile cartofului care determină calitatea prezintă un determinism genetic destul de bine cercetat.

*Conținutul de amidon* este determinat de un număr mare de gene aditive. De regulă, conținutul ridicat de amidon se transmite dominant. Soiurile bogate în amidon sînt forme heterozigote, denotînd o mare variabilitate a conținutului de amidon.

*Conținutul de vitamine* depinde de acțiunea unor gene dominante în interacțiune cu gene modificatoare. De regulă, pentru conținutul de vitamine intervin cel puțin două gene dominante și mai multe gene modificatoare.

Însușirile culinare prezintă un sistem genetic complex și specific,



Scanned with OKEN Scanner

*Conținutul de proteină* este un caracter poligenic, așa cum este și cazul conținutului de amidon. Conținutul ridicat de proteină se moștenește intermediar sau recesiv.

*Conținutul de solanină*, însușire genetică negativă a cartofului, este condiționat poligenic de gene dominante principale și gene modificatoare.

**Determinismul genetic al rezistenței la boli și dăunători.** Cartoful este frecvent atacat de : mană (*Phytophtora infestans*), rîia neagră (*Synchytrium endobioticum*) și o serie de boli virotice, provocate de virusurile *X*, *Y*, *S*, *A*, *G* și *M*.

Dintre dăunători, cel mai periculos este gîndacul de Colorado *(Leptinotarsa decemliniata)*.

*Rezistența la mană (Phytophtora infestans)* este o însușire genetică polifactorială.

Genele de bază care intervin în determinarea rezistenței sînt genele dominante : $R_1$ ; $R_2$ , $R_3$, $R_4$, $R_5$ și $R_6$, identificate în genomurile speciilor : *Solanum demissum, Solanum semidemissum, Solanum stoloniferum* etc.

În toate cazurile cînd aceste gene, unice sau în totalitate, se află în stare recesivă, intervine fenomenul de sensibilitate sau lipsă de rezistență. Interacțiunea între aceste gene este o interacțiune epistatică și cumulativă.

Specia *Solanum demissum* este cea mai valoroasă sursă de rezistență la mană, posedînd peste 10 gene majore purtătoare a rezistenței la acest agent patogen. Rezistența la mană variază mult de la o specie la alta și chiar de la un soi la altul.

Pentru realizarea de forme de cultură rezistente la mană sînt necesare hibridări între *Solanum tuberosum*, care nu posedă gene de rezistență și unele specii spontane, cum este *Solanum demissum* și altele, care posedă astfel de gene. Prin astfel de hibridări interspecifice au fost introduse la soiurile cultivate numeroase gene majore de rezistență diferențiată și o dată cu ele un vast cortegiu de gene minore pentru rezistența uniformă (GERE, 1977). Ca surse de rezistență la mană sînt folosite și alte specii spontane cu același grad de *ploidie* sau diferit, față de specia de cultură cum ar fi : *Solanum verrucosum* (2*X*), *Solanum stoloniferum* (4*X*) și specii hexaploide.

*Solanum verrucosum* este tot dihaploidă ca și specia de cultură și în plus determină un grad înalt de rezistență la mană.

Cercetările au scos în evidență două tipuri de rezistență la mană : hipersensibilitate și rezistență de cîmp. Hipersensibilitatea este condiționată de gene dominante de tipul *R*, controlul fiind monogenic. Rezistența de cîmp se datorează mai multor gene, cu acțiune cumulativă și complementară. Genele pentru rezistența frunzelor și rezistența tuberculilor, deși asemănătoare, se deosebesc prin intensitatea lor. Alături de gena *R* (gena majoră), mai acționează gena recesivă (*r*), cunoscută sub numele de gena minoră. Potențialul de rezistență se restabilește cu ajutorul back-cross-urilor repetate și cu ajutorul autofecundării. Dintre cele nouă gene majore *R*, pentru rezistența verticală, numai trei dintre acestea prezintă o acțiune puternică.



Scanned with OKEN Scanner

Formele de rezistență la mană sînt deci rezistența specifică sau verticală și rezistența orizontală sau generală.

Rezistența diferențiată este de tip monogenic dominant, determinată de gene majore independente, majoritatea de la *Solanum demissum* (de tip *R*), iar rezistența orizontală este de tip poligenic, determinată de gene minore sau poligene.

*Rezistența la rîia neagră (Synchytrium endobioticum)* este o însușire ereditară polifactorială, la fel ca rezistența la mană. În cazul acestei boli a cartofului au fost puse în evidență trei gene de bază : *X, Y, Z,* precum și doi factori superiori *A* și *B*. Există și o altă ipoteză privitoare la rezistența la rîia neagră, care presupune intervenția a trei gene *A, B* și *C* cu acțiune aditivă. Fiecare genă ar determina un anumit grad de rezistență și care însumate în cadrul unui genotip ar determina rezistența la rîia neagră.

În combinațiile hibride dintre soiuri cu rezistență diferită, proporția formelor rezistente variază astfel : între soiuri rezistente × soiuri rezistente se realizează 75—100% forme rezistente ; între soiuri sensibile × soiuri rezistente se realizează 50—60% forme rezistente ; între soiuri sensibile × soiuri sensibile se realizează 35—40% forme rezistente.

Acest raport poate fi modificat în funcție de gradul de rezistență al soiurilor folosite ca forme parentale. În cazul în care se folosesc specii spontane ca forme parentale, de pildă *Solanum demissum,* proporția formelor rezistente poate depăși 90%.

*Rezistența la bolile virotice ale cartofului.* Diagnosticul serologic permite identificarea rapidă și sigură a rezistenței la bolile și agenții virotici și obținerea de plante libere de virusuri.

Antiserurile sau antigenele pentru identificarea și combaterea virusurilor se extrag din sucul plantelor respective.

Bolile virotice sînt destul de răspîndite în lumea plantelor, iar pagubele cauzate sînt însemnate. Din această cauză ameliorarea aplică metode și procedee pentru identificarea virusurilor, precum și metode și procedee pentru obținerea de soiuri și hibrizi rezistenți. Menținerea în procesul de ameliorare a materialului biologic liber de viroze impune recunoașterea și eliminarea din timp a plantelor bolnave. Diagnosticul serologic se folosește cu succes în acest scop, fiind un test specific, rapid și ușor aplicat. De mare importanță practică este alegerea momentului cînd se execută testarea.

Testarea serologică la cartof se face în faza de înflorire a plantelor de cartof și servește la alegerea și înmulțirea materialului săditor liber de viroze. În tehnologia testării se folosește o gamă variată de antiseruri, pentru cele mai tipice și larg răspîndite virusuri specifice (virusurile *X, S, M, G* și altele). În sistemul de înmulțire admiterea materialului se face numai în cazul cînd dintr-un număr de 5 000 de plante analizate numai o singură plantă prezintă simptome virusologice. Testarea serologică a cartofului s-a generalizat și la noi în țară începînd cu anul 1962. Diagnosticul serologic al virusurilor cartofului se efectuează în condiții de cîmp, seră sau laborator.



Scanned with OKEN Scanner

Surse de rezistență pentru virusul X se găsesc în cadrul speciilor *Solanum andigenum* și *Solanum acaule*.

În determinismul genetic al rezistenței față de virusul X intervin două gene complementare și gena dominantă C, genotipurile : $Aa_4Bb_4Cc_4$, $Aa_3Bb_3Cc_4$ și $Aa_3Bb_3Cc_3$ fiind rezistente. Alți cercetători scot în evidență genele *Rx* și *Nx* prezente la speciile *Solanum tuberosum, Solanum chacoense* și *Solanum acaule*.

În cazul virusului S însușirea de rezistență este determinată de gena recesivă *S*, surse de rezistență găsindu-se printre formele din cadrul speciei *Solanum andigenum*.

Mai puțin este cercetată genetica rezistenței la virusul M, virus care se răspîndește prin afide.

Rezistența la virusul A este bazată pe hipersensibilitate și este controlată de gena dominantă $N_a$, înlănțuită cu gena $N_x$ (care intervine și în determinismul rezistenței la virusul x). Imunitatea la atacul virusului A se datorează genei $R_y$, genă cu acțiune pleiotropă (determină și imunitatea față de virusul Y).

Pentru rezistența la virusul Y, virus de contact, gene de rezistență se găsesc la speciile *Solanum stoloniferum* și *Solanum hangasii*, însușirea fiind determinată de gena *Ry*, iar hipersensibilitatea, de genele *Ny* și *Nc*. Tipul de rezistență cunoscut sub denumirea de rezistență la infecție are o condiționare poligenică și se bazează pe acțiunea aditivă a genelor.

Se știe mai puțin despre determinismul genetic al rezistenței la virusul răsucirii frunzelor, fiind necesare cercetări în vederea elucidării bazei genetice. Sînt însă unele orientări privitoare la rezistența în condiții de cîmp și laborator, atît în privința rezistenței extreme, cît și supersensibilității.

Rezistența la bolile virotice este deci o rezistență polifactorială și variată. Se urmărește obținerea unor tipuri diferite de rezistență, ca : rezistența la infecție, hipersensibilitatea și imunitatea. Rezistența bazată pe supersensibilitate față de virusurile A, X și Y este caracteristică unui număr însemnat de soiuri și este controlată de gene dominante.

Tipurile genetice și fiziologice de rezistență la viroze sînt deci : toleranța poligenică la multiplicarea și răspîndirea virusului, rezistența fiind poligenică și nespecifică și rezistența bazată pe hipersensibilitate.

Specialiștii și cercetătorii de la Laboratorul de genetică și ameliorare a cartofului din I.C.P.C. Brașov, folosind metode genetice, au obținut numeroase soiuri de cartof rezistente la bolile virotice, îndeosebi la virusurile X, S, M, Y folosind ca surse de rezistență diferite specii spontane de cartof.

*Rezistența la gîndacul de Colorado (Leptinotarsa decemliniata).* Este o însușire ereditară. Surse de gene de rezistență sînt diverse la specii de cartof, ca : *Solanum jamessi, Solanum pinnotisectum, Solanum demissum, Solanum polyadenium, Solanum comersonii, Solanum molinae, Solanum acaule* și altele.

Rezistența la gîndacul de Colorado este determinată de acțiunea simultană a mai multor gene, precum și de acțiunea individuală a unor gene dominante. Se citează și gene cu acțiune recesivă, dar mai rar și în cazuri ex-



Scanned with OKEN Scanner

cepționale. Rezistența la gîndacul de Colorado se transmite de obicei ca însușire intermediară.

Cea mai valoroasă sursă de rezistență, cu cele mai bune gene, sînt speciile din cadrul seriei botanice *Commersoniana*.

Rezistența cartofului la atacul gîndacului de Colorado se bazează pe prezența unor glicoalcaloizi în frunze produși de unele specii sălbatice (*S. demissum, S. chacoense* etc.). Producția de glicoalcaloizi este condiționată poligenic, cu deosebiri caracteristice de la o specie la alta.

Încercările de a folosi specia *S. demissum* au fost infructuoase, întrucît conținutul de glicoalcaloid (demissina) se reduce de la $F_1$ spre $F_3$, dispărînd complet. În schimb s-au obținut rezultate încurajatoare prin folosirea speciei *S. chacoense*, întrucît gradul de rezistență al speciei sălbatice nu dispare în urma hibridării.

*Rezistența la nematozi (Heterodera rostochiensis)* este o însușire genetică monofactorială, cea mai valoroasă fiind gena $H_1$, provenită de la *Solanum andigenum* dar ea asigură rezistența numai la rase vechi. Gene de rezistență posedă și alte specii de cartof, cum sînt *Solanum famatinae, Solanum vernei, Solanum ancrense* și altele. Speciile *Solanum multidissectum* și *Solanum sanctaerosae* posedă gena de rezistență $H_e$, care determină rezistența față de rasele *O* și *B*.

**Determinismul genetic al însușirilor fiziologice**

*Rezistența la îngheț* este o însușire fiziologică cu un determinism genetic polifactorial. Intervin fie gene dominante, fie, în unele cazuri, o singură genă majoră și alte gene modificatoare, în funcție de soi sau specie.

*Repausul fiziologic al tuberculilor* reprezintă o caracteristică genetică importantă a cartofului mai puțin cercetată atît sub aspectul determinismului său genetic, cît și a modului de transmitere în descendență. Pe baza rezultatelor practice obținute se crede că se moștenește dominant.

*Autoincompatibilitatea* este controlată de alele multiple, situate în locusul *S*, fiind deci de tipul gametofitic.

Androsterilitatea se datorează prezenței și acțiunii mai multor gene dominante și independente.

Androsterilitatea la cartof este un fenomen frecvent, fiind identificată la multe soiuri cultivate și specii spontane diploide (*Solanum ajanhuiri*) și pentaploide (*Solanum juzepczukii, Solanum vallis-mexici*).

S-a stabilit că fenomenul este determinat de o serie de gene *In*, dominante și independente, care produc în combinație cu o citoplasmă sensibilă $In^s$, indehiscența anterelor.

Ca surse pentru genele *In* s-au stabilit a fi speciile *Solanum chacoense, Solanum phureja, Solanum stenotonum, Solanum kurtzianum*. Singura sursă de citoplasmă sensibilă este reprezentată prin *Solanum chacoense*. La această specie au fost puse în evidență și două gene restauratoare de fertilitate, epistatice, genele *In* și determină o fertilitate normală a polenului.

Un alt tip de androsterilitate, identificat la specia *Solanum verrucosum* este condiționat de gena dominantă *Lb*, în interacțiune cu citoplasma sensibilă $Lb^s$.



Scanned with OKEN Scanner

## 2.15. DETERMINISMUL GENETIC AL SFECLEI DE ZAHĂR

**Mecanismul genetic al hibrizilor.** Primul care s-a ocupat cu problema comportării genetice a hibrizilor de sfeclă de zahăr a fost RIMPRU, în anul 1875, care a studiat ereditatea hibrizilor dintre sfecla anuală (*Beta patula)* și sfecla bienală *(Beta vulgaris)*. În funcție de genitori a observat și cazurile de recesivitate a tipului anual, tip care de cele mai multe ori nu se transmite, fiind prelevat de tipul bienal.

Majoritatea caracterelor morfologice ale sfeclei de zahăr prezintă o comportare ereditară diferită, în funcție de genitori. Cercetările indică următoarea comportare genetică a hibrizilor de sfeclă de zahăr (tabelul 20).

*Tabelul 20*

Comportarea în $F_1$ a cîtorva însușiri la sfecla de zahăr

| Combinația hibridă | Modul de comportare |
|---|---|
| Conținut ridicat de zahăr × conținut scăzut de zahăr | comportare intermediară |
| Rădăcină cu coajă roșie × rădăcină cu coajă albă | rădăcină cu coajă roșie |
| Rădăcină cu coajă galbenă × rădăcină cu coajă albă | rădăcină cu coajă galbenă |
| Miez roșu × miez alb | miez roșu-deschis |
| Miez galben × miez alb | miez galben |
| Miez roșu × miez galben | miez deschis |
| Frunze roșii × frunze verzi | frunze roșii-deschise |
| Frunze galbene × frunze verzi | frunze galbene-deschise |
| Rădăcină lungă × rădăcină rotundă | rădăcină de formă intermediară |
| Rădăcină cilindrică × rădăcină rotundă | prevalează forma rotundă |
| Rădăcină ovală × rădăcină rotundă | prevalează forma rotundă |
| Rădăcină ovală × rădăcină piriformă | prevalează forma piriformă |
| Rădăcină ovală × rădăcină conică | prevalează forma conică |
| Rădăcină cilindrică × rădăcină lungă | prevalează forma conică alungită |
| Forma plurigermă × forma monogermă | forma plurigermă |
| Forma bianuală × forma anuală | forma bianuală |

**Determinismul genetic al caracterelor morfologice.** Cercetarea genetică a caracterelor morfologice scoate în evidență natura lor poligenică, semnalizîndu-se și fenomenul de înlănțuire genică.

Genele specifice determinismului genetic al sfeclei de zahăr sînt grupate în nouă grupe de linkage, corespunzătoare celor 9 cromozomi haploizi. Sînt cercetate aprofundat însă doar primele cinci grupe de linkage și anume : grupul I sau Y—R—B care cuprinde opt gene principale ; grupul II cu locusul *m* bine studiat ; grupul III cu gena $a_1$ ; grupul IV cu gena $lu_2$ și grupul V cu gena *ru* (MUREȘAN ȘI CRĂCIUN, 1972).

*Culoarea rădăcinii* este o însușire genetică complexă, poligenic controlată de genele *R, Y* și alelele lor. Astfel, gena *R* singură determină cu-



Scanned with OKEN Scanner

loarea roșie-deschis ; gena *Y* singură, culoarea galbenă. Cercetările scot în evidență acțiunea genelor dominante *R* și *Y* pentru culoarea rădăcinii ; împreună și în stare dominantă *(RY)* determină culoarea roșie, iar în stare recesivă *(ry)* culoarea albă. În funcție de prezența și starea acestor gene (dominant sau recesiv) există următoarele tipuri de culori ale rădăcinii de sfeclă :

| | |
|---|---|
| — hipocotilul roșu, rădăcină albă | $Ry$ |
| — sfecla roșie | $Ry$ |
| — sfecla roșie-palid | $Ry$ |
| — sfecla cu dungi roșii | $Rty^2$ |
| — coletul alb, rădăcină roșie | $Ry^2$ |
| — coletul roșu, rădăcină albă | $R^ty$ |
| — hipocotil galben, rădăcină albă | $ry$ |
| — colet alb, rădăcină galbenă | $2y^2$ |
| — rădăcină galbenă | $2y$. |

*Aberațiile de culoare a frunzelor* se datorează unor gene cu acțiune specială. Astfel, gena *Cl* determină prezența unor pete pe frunze și o creștere lentă ; gena *Co* determină culoarea roșie sau galbenă a nervurilor și totodată inhibarea dezvoltării ; gena *Tr* determină apariția unor pete punctiforme pe limbul foliar al frunzelor tinere. Alte gene au acțiune specială. Astfel, gena *R* determină aspectul roșietic al frunzelor ; gena recesivă *w* inhibă formarea clorofilei, genele *Vi*, $Vi_1$, $Vi_2$, $Vi_3$ determină apariția unor plantule galbene etc.

*Formarea lăstarilor floriferi în primul an de vegetație* este determinată de prezența în stare dominantă a genei *B* care este înlănțuită cu genele *Y* și *R*. Formarea lăstarilor floriferi în primul an de vegetație la formele bienale se declanșează după parcurgerea unui stadiu în care se manifestă inducția termică.

Forma rădăcinii este un caracter determinat poligenic. La sfecla de zahăr există o variabilitate foarte mare în privința acestui caracter, cu extrem de numeroase forme intermediare.

Atît forma, cît și mărimea frunzei sînt caractere ereditare, determinate de gene cu acțiune specifică, gene dominante sau recesive. Mai puțin studiat este determinismul genetic al suprafeței foliare și capacității de asimilare. Se știe în schimb efectul unor gene mutante care provoacă apariția unor caractere anormale la frunze, ca, de exemplu, gena recesivă *pl* care determină poziția semiparalelă a nervurilor frunzei și gena *re* care împiedică formarea de frunze.

*Determinismul genetic al producției și calității*. Elementele principale de producție ale sfeclei de zahăr sînt : producția de rădăcini la unitatea de suprafață, mărimea și greutatea rădăcinilor și conținutul procentual de zahăr care reflectă producția de zahăr.

Calitatea este dată de însușirile sau elementele de calitate ale zahărului, randament sporit la prelucrarea sfeclei și conținutul scăzut de substanțe nezaharoase.

Toate elementele de producție sînt caractere genetice polifactoriale, iar din conlucrarea lor rezultă însușirea de producție a sfeclei. Mai bine cercetate din punct de vedere al determinismului genetic sînt elementele de calitate.



Scanned with OKEN Scanner

Soiurile de calitate conțin în rădăcină 3,5% substanțe solide și 95—97% suc. Sucul este format din aproximativ 25% substanță uscată și 75% apă. Dintre substanțele dizolvate în sucul celular, zaharoza reprezintă 80—85% fiind elementul de calitate de bază.

Conținutul de zaharoză, element de calitate, este determinat poligenic, participînd un număr de 4—5 gene principale, împreună cu un număr de gene modificatoare. Pentru greutatea rădăcinii și pentru conținutul procentual de zahăr intervin gene cu acțiune independentă de mare importanță și cu acțiune aditivă.

Privitor la ereditatea conținutului de zahăr, acesta se transmite mai bine din partea genitorului matern.

Pentru conținutul de zahăr din rădăcină intervin mai multe gene, dintre care unele principale, altele complementare sau modificatoare. Pentru obținerea de soiuri și hibrizi productivi și de calitate sînt necesare cunoștințe profunde despre genetica acestor însușiri și aplicarea de metode adecvate de ameliorare, ca metoda poliploidei și heterozisului, folosind un material inițial corespunzător.

În lucrările de ameliorare se apreciază îndeaproape ereditatea și variabilitatea genetică a greutății rădăcinilor (800—2 000 g), conținutului de zahăr (18—30%), producției totale de rădăcini (peste 70 000 kg/ha) și producției de zahăr.

Legat strîns de ereditate este conținutul procentual de zahăr al cărui coeficient de variabilitate este sub 10% și anume în jur de 5—6%. Celelalte elemente de productivitate au un coeficient de variabilitate mai mare, în jur de 20—40%.

**Determinismul genetic al rezistenței la boli și dăunători.** Sfecla este atacată de rugină *(Uromyces betae)*, cercosporioză *(Cercospora beticola)*, gomoza baciliară *(Bacillus bussei)*, putregaiul inimii sfeclei, putregaiul de siloz *(Botrytis cinerea)* și bolile virotice.

Însușirile de rezistență sînt determinate de gene majore și poligene. Astfel, pentru rezistența la cercosporioză au fost puse în evidență gene multiple, cu acțiune aditivă și efecte epistatice, sursa genică fiind *Beta maritima*.

*Rezistența la putregaiul din siloz (Botrytis cinerea)* este o însușire genetică poligenică. Determinismul genetic este încă puțin cunoscut.

Aprecierea și examinarea se face cu ajutorul a diferite metode. *Metoda microbiologică*, constă din folosirea de secțiuni de rădăcini de aceeași formă și greutate, infectată artificial cu spori de *Botrytis cinerea*. Secțiunile infectate se țin într-un termostat la temperatura de 25 °C pînă ce apar clar simptomele bolii. De obicei, după 4—6 zile se poate stabili gradul de atac. Intensitatea atacului se exprimă prin note de la 1—5 sau în procente față de suprafața întregii secțiuni. *Metoda determinării pierderilor de zahăr în timpul păstrării*. Soiurile rezistente pierd puțin zahăr din rădăcini în timpul păstrării în siloz. O altă metodă constă în *aprecierea rezistenței pe baza conservării îndelungate*, cunoscută fiind corelația pozitivă între păstrarea timp îndelungat și rezistență.

*Rezistența la viroze*. Mai frecvent întîlniți la sfeclă sînt : virusul mozaicului, virusul încrețirii vîrfului frunzelor, îngălbenirea sfeclei.



Scanned with OKEN Scanner

Pentru rezistența la viroze, a cărui determinism genetic este destul de complex, intervin mai multe gene, printre care unele cu acțiune dominantă.

Mai bine cunoscut este mecanismul genetic al rezistenței la virusul încrețirii vîrfului frunzelor. Rezistența pare a fi determinată de două gene, dintre care prima este parțial dominantă și conferă rezistență. Cercetările mai recente admit însă existența unei serii de alele care explică diferitele nivele de rezistență.

Surse de rezistență la atacul diferiților viruși au fost identificate în cadrul unor specii sălbatice, ca : *Beta trygina, Beta lomatogona* etc.

Selecția unor forme rezistente la atacul virușilor este în general foarte dificilă, deoarece intensitatea simptomelor este puternic influențată de diferite elemente, ca : data și felul atacului ; stadiul de dezvoltare a plantelor cît și de vigurozitatea plantelor.

*Rezistența la cercosporioză a sfeclei de zahăr* a fost cercetată de mai mulți cercetători, printre care STĂNESCU și colab. (1977). Un atac puternic de cercosporioză provoacă distrugerea aparatului foliar, determinînd pagube de recoltă destul de mari. Cercosporioza produce mari pagube culturii sfeclei, mai ales în anii cu veri călduroase și umede. Pagubele provocate de cercosporioză prin distrugerea aparatului foliar pot atinge nivelul de 25—30% din producția de rădăcini și zahăr.

Cauzele sau factorii care intervin în legătură cu rezistența sînt factorii genetici, factori chimici și factori fiziologici. Astfel, pe lîngă gene care intervin direct în determinarea rezistenței, însușirea de a rezista la agentul patogen se datorează și conținutului în unii produși biochimici, cum sînt de pildă fenolul sau compușii fenolici care inhibă germinarea sporilor. Unele cercetări scot în evidență corelația pozitivă dintre conținutul de *peroxidază* și *ortodifenoloxidază* și rezistența la cercosporioză. Din punct de vedere genetic, cercetările scot în evidență caracterul poligenic și aditiv al rezistenței la cercosporioză și indică 4—5 gene care determină această rezistență.

Retroîncrucișarea sau back-cross-ul cu *Beta maritima* dă cele mai bune rezultate. Sursa de rezistență se întîlnesc și la soiurile cultivate, cum sînt soiurile românești : R.Poli 1, R. Poli 7, Polirom și Brașov.

Prin mutageneză s-au scos în evidență atît gene pentru rezistență la cercosporioză, cît și la viroze, la fel poliploidizarea contribuie la depistarea de forme de sfeclă rezistente la boli.

Hibridarea intraspecifică și interspecifică, precum și back-cross-ul și mutageneza sînt metodele obișnuite de ameliorare a acestei rezistențe, la care se mai adaugă : adiția, substituția și translocarea cromozomală interspecifică.

**Determinismul genetic al însușirilor fiziologice.** Importante pentru ameliorarea sfeclei sînt fenomenele genetice fiziologice de *autoincompatibilitate, androsterilitate, monogermia* etc.

*Autoincompatibilitatea polenului,* la sfeclă, este de natură gametofitică. Acest fenomen este foarte frecvent la sfeclă. Fenomenul este determinat de două serii de alele multiple și anume una pentru locusul $S$ și alta pentru locusul $Z$, cu alelele lor $S^1 \ldots S$ și $Z^1 \ldots Z^n$. Deși între alelele

celor două serii nu există înlănțuire, totuși ele acționează într-o corespondență precisă, ceea ce face ca oricare alelă a unei serii să înlocuiască perfect alela corespunzătoare din cealaltă serie alelică.

Autofertilitatea deplină este condiționată de alela $S^f$ cu acțiune dominantă. Grăunciori de polen care conțin alela $S^f$ pot germina pe oricare stigmat, indiferent de constituția genetică a acestuia.

Androsterilitatea la sfecla de zahăr a fost descoperită în anul 1942 de către OWEN. Cercetările genetice arată că fenomenul androsterilității este controlat atît de gene nucleare recesive ($a_1$ și $a_2$), dar și de interacțiunea altor gene recesive ($x$ și $z$) cu citoplasmă sterilă ($S$).

Studiindu-se genetica fenomenului de androsterilitate nucleo-citoplasmatică s-a constatat că nu urmează legile mendeliene ale dihibridării, ceea ce dovedește că fenomenul prezintă o ereditate complexă.

Există diferite grade de sterilitate în funcție de constituția genetică a indivizilor. Astfel, indivizii cu constituția genetică *Sxxzz* sînt complet androsterili, iar indivizii care prezintă una sau ambele alele în stare heterozigotă (*SXxzz, SxxZz, SXxZz*) sînt parțial sterili.

Prezența celor două gene recesive în stare homozigotă în citoplasmă normală ($N$) nu determină apariția androsterilității. Aceste plante cu constituția genetică *Nxxzz* se numesc linii de tip *O* (OWEN) și sînt folosite ca linii menținătoare de androsterilitate.

Prezența alelelor *X* și *Z* în stare dominantă și homozigotă în citoplasma *S* (sterilă) determină restaurarea fertilității polenului. Alela dominantă *X* restaurează complet fertilitatea polenului în citoplasma sterilă ($S$), în timp ce alela dominantă *Z*, care este independentă și hipostatică față de alela *X*, restaurează doar parțial fertilitatea masculă (MUREȘAN și CRĂCIUN, 1972).

*Monogermia* este însușirea sfeclei de a forma glomerule cu o singură sămînță, apreciate în cultura sfeclei.

Pentru formele plurigerme intervine gena *M*, iar alele $M_1$ determină glomerulele monogerme cu o proporție redusă de glomerule bigerminale. Alela *m* este aceea care determină în stare homozigotă formarea exclusivă a glomerulelor monogerme.

Însușirea de monogermie poate fi încorporată în diverse soiuri din producție. Formele monogerme se folosesc ca donor pentru încorporarea acestei însușiri la soiurile plurigerme valoroase.

Toate caracterele și însușirile de soi ale sfeclei prezintă o serie de variații determinate genetic, cît și modificații produse de factorii de mediu (GHERMAN, 1979). O bună apreciere a gradului de variabilitate se face cu ajutorul coeficientului de variabilitate. În acest scop se calculează : coeficientul de variabilitate genetică, folosind relația : $CV_G = \frac{G}{\bar{x}}$ ; coeficientul de variabilitate determinat de factorii de mediu, folosind relația : $CV_M = \frac{M}{\bar{x}}$ și coeficientul de variabilitate fenotipică, folosind relația : $CV_F = \frac{F}{\bar{x}}$, în care : $G$ este varianța genetică ; $M$ — varianța mediului ; $F$ — varianța fenotipică.

GHERMAN (1979), indică pentru greutatea rădăcinii un coeficient de variabilitate genetică de 0,54—4,20, un coeficient de variabilitate datorat mediului de 1,30—4,29 și un coeficient de variabilitate fenotipică de 3,71—6,90, în funcție de soi și combinația hibridă.

Pentru conținutul de zaharoză s-au stabilit : un coeficient de variabilitate genetică de 0,08—0,24, un coeficient fenotipic de 0,17—0,55 și de mediu 0,12—0,52.

Dintre caracterele de soi, greutatea rădăcinii are cea mai mare variabilitate genotipică și fenotipică, iar conținutul de zaharoză cel mai mic.

## 2.16. DETERMINISMUL GENETIC AL SORGULUI

Sorgul prezintă un determinism genetic complex pentru majoritatea caracterelor și însușirilor de soi.

Hibrizii de sorg prezintă mare importanță practică, furnizînd atît producții ridicate de sămînță, cît și producții de masă vegetativă, în funcție de scopul urmărit și specializarea în urma ameliorării.

Hibridările la sorg se fac atît în cadrul sorgului comun *Sorghum vulgare),* cît și între specii și anume, între *Sorghum vulgare* pe de o parte și *Sorghum anineese, Sorghum caffrorum, Sorghum durra* și *Sorghum chinese* pe de altă parte. Toate aceste specii au același număr de cromozomi, $2n=20$ cromozomi. Hibrizii obținuți sînt purtătorii genelor și eredității ambelor forme parentale.

Cercetările scot în evidență transmiterea dominantă, din partea formei parentale, a culorii galbene a semințelor, caracter apreciat de cultivatori, fiind în corelație pozitivă cu elementele de producție și însușirile de calitate. Conținutul de zahăr din bob se transmite din partea genitorului bogat în zahăr. Însușirile de calitate se transmit, aproape dominant, pe linie maternă. În unele cazuri, hibrizii reciproci transmit însușirile de soi mai bine decît hibrizii direcți. În această privință sînt necesare cercetări de la caz la caz, ținînd seama de natura și felul genitorilor.

**Determinismul genetic al unor însușiri de soi.**

*Mărimea semințelor,* caracter genetic, este determinată de prezența unui tip de acțiune cantitativă a genelor, în prezența unor gene majore și a cîtorva gene minore (VOIT și colab., 1966). S-a observat în mod frecvent o dominanță parțială pentru sămînța mare. Genele care intervin în mărimea seminței prezintă acțiune aditivă. Mărimea semințelor este determinată poligenic și anume de 3—4 gene.

*Înălțimea plantei* este determinată de gene majore (SAREE P. SINCH, 1977). Pentru înălțimea plantei au fost puse în evidență genele recesive, $dw_1$, $dw_2$, $dw_3$, $dw_4$ care cauzează scurtarea internodiilor.

O serie de cercetători indică prezența de gene majore dominante pentru tulpina înaltă și gene recesive *($dw_1$, $dw_2$, $dw_3$* și *$dw_4$)* pentru internodii scurte sau tulpină scurtă.



Scanned with OKEN Scanner

Stratul ceros, specific tulpinilor de sorg, este un caracter genetic, determinat de două gene care determină lipsa acestui caracter. Genele care inhibă apariția stratului ceros sînt : $bm_1$ și $bm_2$.

Producția este determinată poligenic de gene cu acțiune aditivă și gene cu acțiune dominantă. Variabilitatea parametrilor care determină stabilitatea producției este atribuită în primul rînd genelor cu efect aditiv. Nu s-au evidențiat efecte epistatice semnificative, nici pentru producția medie și nici pentru stabilitatea producției.

Încrucișînd o serie de soiuri și linii, dintre care soiul Hegari cu linia pitică precoce $R_{52}$, precum și linia $A_{72}$ cu linia $R_{12}$, KRAUSS (1969) consideră că productivitatea sorgului este cauzată de heterozigoția uneia dintre genele pentru maturitate *($Ma_1ma_1$* sau *$Ma_4ma_4$)*.

Producția de boabe corelează pozitiv cu densitatea de recoltare, mărimea și numărul de boabe din inflorescență, producția de boabe pe plantă și MMB. La soiurile producătoare de masă vegetativă se apreciază producția de masă vegetativă la unitatea de suprafață. Hibrizii apropiați din cadrul speciei de cultură *Sorghum vulgare,* dar și unii hibrizi îndepărtați interspecifici prezintă caractere și însușiri valoroase care interesează ameliorarea și realizarea productivității prin manifestarea fenomenului heterozis. La sorg se constată o corelație pozitivă între productivitate și calitate.

*Maturizarea bobului,* precum și maturizarea plantei întregi sînt determinate poligenic. Au fost puse în evidență genele *$Ma_1ma_1$* *$Ma_1Ma_2ma_2$* și *$Ma_3ma_3$*. SNOWDEN (citat de QUANEY, 1966) a pus în evidență trei loci pentru maturitate, unul cu serii alelice. Alela dominantă *$Ma_1$* interacționează cu alelele dominante ale altor loci și determină formarea unui număr mare de frunze, formarea tardivă a florii, perioadă lungă de creștere și înflorire tîrzie. Alela recesivă *$ma_1$*, indiferent de prezența altor alele, determină înflorire timpurie. Combinarea alelelor dominante și recesivă de la cei trei loci produce maturitate intermediară. La soiul *Hegari* s-a identificat cel de al patrulea locus pentru maturizare. Primele două gene *($Ma_1$* și *$Ma_2$)* determină sinteza enzimei, iar alelele genelor *($Ma_3$* și *$Ma_4$)* sinteza giberelinei. SANDLIN (1972) a stabilit prezența supradominanței pentru cele mai multe caractere cantitative, inclusiv elementele de producție. Genele dominante *$Ma_1$*, *$Ma_2$*, *$Ma_3$* și *$Ma_4$* care determină data înfloritului și maturității bobului dirijează și reacția sorgului față de fotoperiodism și temperatură, precum și dezvoltarea paniculelor și formarea bobului (SORRELIS, 1982).

Adrosterilitatea este o însușire genetică, sorgul prezentînd atît androsterilitate nucleo-citoplasmatică, cît și androsterilitate nucleară. Androsterilitatea citoplasmatică este determinată de interacțiunea dintre citoplasmă de tip millo și factorii nucleari de tip kefir. Gena de bază care determină androsterilitatea citoplasmatică este gena *ms,* care în prezența factorului *S* (citoplasmă sterilă) determină și controlează însușirea de androsterilitate citoplasmatică. Gena *Ms* în prezența factorului *S* provoacă apariția formelor restauratoare de fertilitate.

Sursele de androsterilitate și restaurare de fertilitate se găsesc în cadrul speciilor și soiurilor actuale de sorg.



Scanned with OKEN Scanner

## 2.17. DETERMINISMUL GENETIC AL LUCERNEI

Lucerna *(Medicago sativa)* este o specie furajeră perenă, din familia *Leguminoase*, caracterizată prin $2n=32$ cromozomi. Este considerată un hibrid natural interspecific avînd ca forme parentale *Medicago gaetula* și *Medicago falcata*. Despre originea lucernei sînt și alte teorii și ipoteze.

Din punct de vedere citogentic, lucerna este o specie autotetraploidă.

Segregarea în hibridări și îndeosebi în hibridările îndepărtate (interspecifici) este complexă și depinde mult de speciile folosite și de caracterele și însușirile formelor parentale, de genetica acestora. Segregarea fenotipică la lucernă constă în diversitatea raporturilor posibile încă în prima generație hibridă (VARGA și colab., 1973). În prima generație prevelează vigoarea hibridă caracteristică sau fenomenul heterozis. Aditivitatea este destul de accentuată. Structura și evoluția formelor hibride depind de structura și genetica formelor parentale, precum și de generațiile de autofecundare, în cazul liniilor consangvinizate. Structura hibridului din prima generație se apreciază pe baza segregării genotipice.

Se cunoaște mai bine comportarea creditară a rezistenței la boli și anume rezistenței la pătarea frunzelor care prezintă o comportare dominantă, inclusiv apariția de forme unice intermediare sau sensibile. Față de ofilire *(Veticillum alboatrum)* se comportă recesiv, sensibilitatea fiind o însușire dominantă. Rezistența la rugină *(Uromyces striatus* și *Uromyces medicaginis)* este o însușire digenică, iar comportarea ereditară depinde de corelația dintre rezistența formelor parentale și rezistența descendenților din prima generație hibridă.

Determinismul genetic al însușirilor de soi depinde mult de genele implicate în formarea și transmiterea caracterelor. Numărul genelor la lucernă este destul de mare.

Studiile și cercetările privitoare la genetica lucernei indică următorul determinism genetic (citat de VARGA și colab., 1973) :

**Determinismul genetic al caracterelor morfologice.**

*Ramificarea racemului* este determinată de gena recesivă $br_1$.

*Culoarea purpurie* a florilor este determinată de gena dominantă *P*.

*Alungirea hipocotilului* este determinată de gena cu acțiune recesivă *el*.

*Încrețirea frunzelor* este determinată de genele dominante *D*, *E* și $G_2$.

*Apariția de pete pe frunze* este determinată de genele recesive *dw*, $dw_1$ și $dw_2$.

*Aspectul marmorat al florilor* este determinat de gena recesivă *rc*.

*Culoarea galbenă* a frunzelor este determinată de gena recesivă *x*.

*Indehiscența anterelor* este determinată de genele recesive $ms_1$ și $ms_2$.

*Scurtarea lungimii petalelor* este determinată de gena recesivă *es*.

*Culoarea galbenă a florilor* este determinată de genele dominante $Y_1$ și $Y_2$.

*Degenerarea polenului* este determinată de gena $Ms_3$.

*Culoarea albă a florilor* este determinată de gene recesive *c*.



Scanned with OKEN Scanner

**Determinismul genetic al rezistenței la boli.**

*Rezistența la Peronospora trifolium* este determinată de prezența genei dominante *Dw*.

*Rezistența la afide (Asyrthospiphon pisum)* este determinată de prezența genei dominante *Pa* și genei recesive *pr*.

*Rezistența la nematozii rădăcinilor* este determinată de gena dominantă *Sm*.

*Rezistența la pătarea frunzelor (Pseudopeziza medicaginis)* este condiționată de mai multe gene cu acțiune aditivă.

O atenție deosebită se acordă surselor de gene de rezistență la boli și aprecierii gradului de rezistență. Soiurile și populațiile americane sînt valoroase surse de rezistență pentru veștejirea bacteriană, iar cele din Europa (Suedia și Franța) sînt valoroase pentru rezistența la verticilioză. De mare importanță sînt unele specii sălbatice, ca de pildă *Medicago ruthenica* pentru rezistența la *Verticilium alboatrum* și *Uromyces striatus* (VARGA și KELLNER, 1978).

Natura genetică a rezistenței la boli a lucernei nu este încă deplin lămurită. Majoritatea bolilor lucernei prezintă o comportare genetică monofactorială. Acest mod de comportare este caracteristic rezistenței la peronosporioză, mană și altele.

Pe lîngă însușirea de rezistență, lucerna prezintă și însușirea de toleranță față de boli, cum este de pildă toleranța față de virusul mozaicului. Se constată o interacțiune genetică între rezistența la boli și rezistența la dăunători sau rezistența multiplă de care se ține seama în lucrările de ameliorare.

**Determinismul genetic al însușirilor fiziologice.**

*Androsterilitatea citoplasmatică* este determinată de trei gene și anume : tipul *Cms* condiționat de genotipul steril și nucleul fără factorul restaurator, tipul *O* cu citoplasma normală și nucleul fără factorul restaurator și tipul *R*, plante cu citoplasmă normală și nucleul cu factori restauratori de fertilitate.

*Androsterilitatea nucleo-citoplasmatică* este controlată de o citoplasmă sterilă și o singură genă nucleară recesivă.

Pe baza raporturilor de segregare, plantele de lucernă se grupează astfel (LUDMILA GUMANLIUC-VARGA, 1979) :

— androsterile *(A)* ;
— analogi fertili *(D* sau *B) Naaaa* ;
— restaurator *(R) N* sau *S, AAAa* ;

*sau*

*AAAA*.

Însușirea de androsterilitate este ereditară și se transmite în descendență.

Dintre cauzele fenomenului de androsterilitate la lucernă se citează și cazul degenerării polenului determinat de gena $ms_3$.

*Capacitatea de otăvire după coasă*, însușire fiziologică și biologică, prezintă un coeficient de variabilitate genetică în jur de 60—62% și un coeficinet de ereditate de 0,70—0,80%.



Scanned with OKEN Scanner

# 3. METODE FOLOSITE ÎN STUDIUL GENETIC AL POPULAȚIILOR

## 3.1. CONSIDERAȚII GENERALE

Genetica populațiilor se ocupă atît de populațiile naturale mari sau mici, indiferent de modul lor de înmulțire, cît și de populațiile artificiale — cum sînt soiurile de plante și rasele de animale.

Noțiunea de populație biologică este identică de fapt cu alți termeni folosiți și anume, populație locală, populație mendeliană, unitate panmictică, populație genetică și în ultimul timp demul.

Deși inițial prin termenul de dem se înțelegea un grup panmictic alcătuit dintr-o serie de genotipuri, în prezent definiția demului este identică cu cea a populației biologice și anume : demul este o comunitate panmictică de indivizi, care aparțin la mai multe biotipuri, posedă aceiași constelație de gene și trăiesc în același areal geografic. Pentru a caracteriza scurt și foarte cuprinzător un dem, se adaugă la termen un prefix. Astfel, topodem este un grup de indivizi care ocupă un areal geografic, ecodem este un grup de indivizi care trăiesc într-o zonă ecologică specifică, fenodem este un dem ce se deosebește fenotipic de alte demuri, genodem — un dem ce se deosebește genotipic de alte demuri ș.a.m.d.

Studiul populațiilor se realizează prin două metode : metoda descriptivă și metoda genetică.

Metoda descriptivă se bazează pe aprecierea fenotipică a formelor dintr-o populație, pe studiul condițiilor de existență și al relațiilor dintre aceste forme în cadrul populației. Prin această metodă se studiază dinamica numărului de indivizi din populația pe ani și dependența ei de diferiți factori.

Întrucît, în interiorul populației există indivizi asemănători fenotipic, dar deosebiți din punct de vedere genotipic, înseamnă că analiza bazată pe metoda descriptivă nu satisface necesitatea cunoașterii structurii genotipice a populației.

Metoda genetică are la bază studiul naturii populațiilor, prin analiză componentelor sale genetice. Se folosește de analiza hibridologică, la nivelul populațiilor, cercetează descendenții și stabilește formele genotipice care rezultă.



Scanned with OKEN Scanner

Metoda genetică dă informații complete despre potențialul ereditar al populației și despre posibilitățile adaptive ale acesteia. De aceea, în activitatea de ameliorare a plantelor, această metodă se folosește curent, deoarece permite evidențierea, din diversitatea genotipurilor unei populații, a anumitor genotipuri care corespund mai bine programului de ameliorare.

La analiza genetică a generațiilor hibride se folosește metoda biometrică, de prelucrare statistică a datelor cu ajutorul căruia se construiește modelul teoretic al populației, pornind de la o anumită situație dată și urmărind influența exercitată de diferiți factori care pot acționa asupra ei.

## 3.2. STRUCTURA GENETICĂ A POPULAȚIILOR

Structura genetică a populației este determinată de un complex de factori, între care un rol deosebit de important revine modului de reproducere. De aceea, la stabilirea frecvenței diferitelor genotipuri, din cadrul unei populații trebuie să se țină seama, în primul rînd, de modul de reproducere a populației respective.

### 3.2.1. POPULAȚIA LA ORGANISMELE AUTOGAME

Autogamia este un mod de reproducere frecventă la plante. Organismele autogame sînt practic homozigote. Fiind homozigote formează un singur tip de gameți, care prin contopire refac genotipul inițial. Astfel, o formă *AAbbCC* dă naștere la gameți masculi și femeli de tip *AbC*, iar prin fecundare refac genotipul inițial *AAbbCC*.

În cazul în care apar datorită unei încrucișări heterozigoți, aceștia în generațiile următoare dispar. Acest lucru se poate observa din datele cuprinse în tabelul 21.

*Tabelul 21*

Descreșterea procentului de heterozigoție în cazul apariției accidentale a unui heterozigot într-o populație autogamă

| Generația | Gradul de creștere al descendenților homozigoți dominanți | Gradul de descreștere al heterozigoților | Gradul de creștere al homozigoților recesivi | Raportul heterozigoți / homozigoți |
|---|---|---|---|---|
| $F_1$ | | 1 *Aa* | | 100 / 0 |
| $F_2$ | 1 *AA* | 2 *Aa* | 1 *aa* | 50 / 50 |
| $F_3$ | 4 *AA* 2 *AA* | 4 *Aa* | 2 *aa* 4 *aa* | 25 / 75 |
| $F$ | 16 *AA* 8 *AA* 4 *AA* | 8 *Aa* | 4 *aa* 8 *aa* 16 *aa* | 12,5 / 87,5 |



Scanned with OKEN Scanner

Se constată că descendența unui heterozigot apărut accidental tinde spre homozigotizare, fapt ilustrat și de aceea că după cinci generații doar 6,2% din descendenții acestei forme mai sînt heterozigoți.

Deci, la organismele autogame avem de-a face cu genotipuri homozigote care rămîn constante de la o generație la alta, ca atare populația autogamă este o comunitate de biotipuri homozigote constante.

La o populație autogamă schimbul de gene între membrii ei este inexistent, ceea ce face ca și recombinarea genelor să fie absentă.

În realitate, populații perfect autogame nu există. Studiile efectuate asupra plantelor autogame din cultură au demonstrat că, la aceste plante, există un procent cît de mic de alogamie, ceea ce face posibilă recombinarea genelor.

### 3.2.2. POPULAȚIA LA ORGANISMELE ALOGAME

Modul de înmulțire alogam este general la animale și mult răspîndit la plante. Populațiile alogame sînt constituite exclusiv din indivizi heterozigoți, deosebiți din punct de vedere genetic. Acești indivizi, diferiți genetic, se încrucișează an de an, ceea ce are ca urmare o continuă recombinare și segregare de gene în cadrul populației. Fiecare individ fiind heterozigot și descendenții rezultați în urma încrucișării a doi indivizi heterozigoți vor fi la rîndul lor tot heterozigoți. Ca atare o populație alogamă este un conglomerat de indivizi heterozigoți, fiecare cu substrat genetic diferit.

Caracteristica fundamentală a populațiilor alogame este panmixia, adică schimbul nestingherit de gene, realizat prin aceea că o femelă din populația respectivă are șanse egale de a se încrucișa cu oricare din masculii populației respective. Aceasta determină ca o populație alogamă să posede un uriaș polimorfism genetic, cu atît mai mare cu cît și populația este mai mare.

### 3.2.3. POPULAȚII MARI

Printr-o populație mare se înțelege, teoretic, o populație constituită dintr-un număr nelimitat de indivizi.

Într-o populație mare indivizii de sex opus au șanse egale de a se împerechea, frecvența genelor și frecvența genotipurilor rămînînd constante de la o generație la alta (bineînțeles în absența factorilor modificatori ai frecvenței genelor). Schimbul de gene între indivizii unei populații mari se face fără restricții, ca atare, ea se bucură de o stabilitate deplină de-a lungul generațiilor.

Structura genetică a unei populații este caracterizată de frecvența genotipurilor și frecvența genelor.

**Frecvența genotipurilor.** Orice stadiu al unei populații se începe cu observarea fenotipurilor, diferite bineînțeles de la individ la individ. Aceste diferențe fenotipice au desigur la bază și diversitatea genetică. Să luăm, de



Scanned with OKEN Scanner

exemplu, în considerare un singur locus cu două alele posibile, $A$ și $a$. În acest caz există trei genotipuri posibile $AA$, $Aa$ și $aa$. În cazul în care nu există dominanță, cele trei genotipuri corespund cu trei clase fenotipice distincte. Dacă notăm cu $n_1$, $n_2$ și $n_3$ cele trei clase fenotipice, atunci $n_1+n_2+n_3=N$, unde $N$ numărul total de indivizi ai populației. Cum noi extragem dintr-o populație o probă, $N$ devine numărul de indivizi dintr-o probă. Proporția genotipurilor, notată simbolic cu $X$, $Y$ și $Z$, va fi : $\frac{n_1}{N}=X$ (frecvența genotipului $AA$) $\frac{n_2}{N}=Y$ (frecvența genotipului $Aa$) și $\frac{n_3}{N}=Z$ (frecvența genotipului $aa$).

**Frecvența genelor.** Numănul $N$ al indivizilor unei populații s-a format din unirea a $2N$ gameți. Genotipul $AA$ s-a format din unirea a $2n_1$ gameți, genotipul $Aa$ din unirea a $2n_2$ gameți și genotipul $aa$ din unirea a $2n_3$ gameți.

Proporția de gameți care conține alela $A$ va fi deci

$$p=\frac{2n_1+n_2}{2N}=\frac{n_1+\frac{1}{2}n_2}{N},$$

iar proporția de gameți care conțin alela $a$ va fi :

$$q=\frac{n_2+2n_3}{2N}=\frac{\frac{1}{2}n_2+n_3}{N}.$$

Aceste proporții, $p$ și $q$, sînt frecvențele genelor. Cum suma frecvențelor celor două alele $A$ și $a$ este $1$, rezultă că

$$p+q=1.$$

Deci :

$$p+q=\frac{n_1+\frac{1}{2}n_2}{N}+\frac{\frac{1}{2}n_1+n_3}{N}=\frac{n_1+n_2+n_3}{N}=1.$$

**Echilibrul genetic, legea Hardy—Weinberg.** Echilibrul distribuției frecvenței genelor și a genotipurilor în populații are un caracter logic, enunțată prin legea Hardy Weinberg.

Conform acestei legi, menținînd sistemul folosit, adică de notare a frecvenței alelei $A$ cu $p$ și a alelei $a$ cu $q$, frecvența genelor este dată de relația : $(p+q)^2$, așa cum reiese din datele cuprinse în tabelul 22.

*Tabelul 22*

Frecvența genelor în gameți și distribuția în cele trei genotipuri

| Genele și frecvența lor în gameți | | | Gameți masculi | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $A$ | | $a$ |
| | | | $p$ | | $q$ |
| Gameți femeli | $A$ | $p$ | $AA$ | $Aa$ | |
| | | | $p^2$ | $pq$ | |
| | $a$ | $q$ | $Aa$ | $aa_2$ | |
| | | | $qp$ | $p$ | |
| Frecvența genotipurilor | | | 1 $AA$ : | 2 $Aa$ ; | 1 $aa$ |
| Frecvența genelor | | | $p^2$ : | 2 $pq$ : | $q^2$ |



Scanned with OKEN Scanner

Se constată că $p^2+2pq+q^2$ nu este altcum decît $(p+q)^2$.

Avînd în vedere că $p$ și $q$ sînt frecvențele alelelor $A$ și $a$ și că $q=1-p$, prin înlocuire în formulă se obține :

$$p^2 AA+2p(1-p)Aa+(1-p)^2 aa$$

ecuație ce reprezintă expresia matematică a legii lui Hardy-Weinberg.

Cu ajutorul acestei legi putem determina frecvența genelor. Astfel, dacă cunoaștem că frecvența fenotipurilor dominante este 96%, de exemplu, iar a celor recesive 4%, putem calcula frecvența alelelor astfel :

$$aa=(1-p)^2=0{,}04$$

$$a=0{,}04=0{,}2=20\%,$$

deci frecvența genei $A$ va fi $1{,}00-0{,}2=0{,}8=80\%$.

În continuare se poate determina cîți indivizi purtători ai alelei $A$ sînt homozigoți :

$AA=p^2$, adică $0{,}8\times0{,}8=0{,}64=64\%$ homozigoți și $2Aa=2p(1-p)$, adică $(2\times0{,}8)\cdot0{,}2=0{,}32=32\%$ heterozigoți.

Rezultă, deci, că structura unei populații panmictice este stabilită în diferite generații succesive, deci ea se găsește în echilibru.

Legea Hardy-Weinberg presupune că : unirea gameților de sex opus are loc la întîmplare, nu există decît două alele în locusul implicat, presiunea selecției este aceeași asupra ambelor alele, atît imigrația cît și emigrația sînt excluse, frecvența mutației alelei $A$ în $a$ și invers este aceeași.

Această lege are o serie de aplicații întrucît cu ajutorul ei se poate determina frecvența genelor în cazul populațiilor cu fenotipuri distincte, frecvența genelor în cazul alelelor multiple, frecvența unor gene la om în cazul căsătoriilor înrudite etc.

## 3.2.4. POPULAȚII MICI

Dacă la populațiile mari este caracteristică stabilitatea, la populațiile mici sînt caracteristice fluctuațiile întîmplătoare ale frecvenței genelor.

O populație formată din $N$ indivizi provine din $2N$ gameți. Dacă frecvența genei $a$ din populația parentală este $q$, atunci frecvența acestei gene în populația filială alcătuită din $N$ indivizi va fluctua la întîmplare potrivit binomului.

$$(p(A)+q(a))^{2N},$$

Conform acestui binom, frecvența unei gene este cu atît mai mare cu cît numărul de gameți este mai mare.

Dacă valoarea unei alele este mai mică într-o generație datorită unor abateri întîmplătoare, ea poate fi mai mare în generația următoare. Dar dacă datorită accidentelor, frecvența genei devine egală cu 0, gena respectivă este definitiv pierdută, ceea ce face ca alela cealaltă să fie definitiv fixată (homozigoție).



Scanned with OKEN Scanner

Procesul datorită căruia un mic grup de indivizi ajunge la homozigoție completă este cunoscut sub numele de declin al variabilității, deoarece în acest proces, grupul respectiv pierde capacitatea de a-și schimba structura genetică.

Una din cauzele unei astfel de comportări este izolarea. În cazul în care dintr-o populație s-au desprins mai multe unități distincte, izolate între ele, avem de a face cu un proces de subdivizare a unei populații în subpopulații.

Dacă acest fenomen continuă mai multe generații, are loc o dispersare a frecvenței genelor între subpopulații, astfel încît acestea ajung să se deosebească între ele, în funcție de frecvența genelor. Consecința este depărtarea treptată a subpopulațiilor pînă la totala lor diferențiere.

## 3.3. ELEMENTE DE BIOMETRIE

Biometria este aplicarea matematicii în cercetările de genetică, ameliorare și tehnică experimentală. Noțiunea de biometrie provine de la cuvintele grecești : bios = viață, metros = măsură sau determinare.

În sens larg, biometria sau *biostatistica* este cercetarea statistică matematică a ființelor vii. Folosită în cercetările genetice, biometria reprezintă studiul statistico-matematic al eredității și variabilității.

Variabilitatea ca diferențiere a caracterelor indivizilor apare ca rezultat al particularului în manifestarea interacțiunii complexului de factori, a cărui produs este organismul viu. Pe fondul diferitelor feluri în care se pot combina factorii ereditari în timpul diviziunii meiotice și de combinare a gameților pe bază de întîmplare în fecundare se grefează acțiunea condițiilor de mediu, ce duce la apariția în final a organismelor diferite. Ca fenomen universal manifestat în natură, variabilitatea reprezintă, în concepția lui Darwin, un produs biologic natural dinamic și perpetuu, caracteristic tuturor organismelor, care alături de ereditate reprezintă un important factor al selecției naturale și artificiale, important factor de evoluție. Un rol deosebit îl joacă apariția variațiunilor utile economic, care formează obiectul cercetărilor de genetică aplicată și care pun bazele științifice practicii creatoare, adică de obținere de noi forme vegetale și animale, corespunzătoare în măsură tot mai mare cerințelor producției.

*Studiul variabilității,* a corelării acestor caractere, a modului de transmitere a caracterelor de la părinți la descendenți se efectuează prin *metoda statistică,* metodă a căii deductive de investigație a geneticii. Metoda statistică — folosită pentru prima dată de Francis Galton — ne ajută să comparăm mari grupe de părinți cu mari grupe de descendenți, luînd în considerare un singur caracter transpus în termeni matematici.

*Biometria* este definită de Karl Pearson drept știința despre folosirea metodelor matematice în studiul variabilității viețuitoarelor. Cercetările de statistica variațiunilor cuprind atît variabilitatea individuală cît și variabi-



Scanned with OKEN Scanner

litatea de grup, variabilitatea trăsăturilor specific individuale, ca și a celor comune anumitor grupuri de indivizi.

Diversitatea indivizilor din șirul unei populații se numește *variabilitate*, iar deosebirile ce se constată între diferiți indivizi se numesc *variații*.

După aspectele studiate, cercetarea biometrică poate fi cantitativă și calitativă.

Observațiile privind o cercetare oarecare se deosebesc între ele prin valori numerice. Dacă caracterul cercetat poate lua orice valoare în cadrul unui interval, spunem că este o variație continuă. Dacă caracterul cercetat nu poate lua decît anumite valori în cadrul intervalului, atunci variația este discontinuă (ex. cazul numărătorilor). Cînd nu există decît două posibilități de exprimare ale unui caracter, atunci variația este alternativă.

Biometria studiază și cercetează populațiile biologice statistice, folosind în acest scop *probe medii*, obținute pe baza principiului ca fiecare individ din populație să aibă șanse egale cu oricare din indivizii populației de a fi ales în probă.

Acest mod de abordare se impune din considerentul că o populație biologică este formată dintr-un număr infinit de indivizi (biotipuri) care nu se pot cerceta în totalitatea lor cu ajutorul metodelor biometrice actuale. Numărul indivizilor sau variantelor cercetate este mare în cazul măsurătorilor biometrice și mult mai mic în cazul tehnicii experimentale cu încercări sau culturi comparative.

Prin *populație*, în biologie, se înțelege o comunitate de indivizi care ocupă un anumit areal, se reproduc în același mod, au același genofond și au suferit aceleași acțiuni ale selecției.

*Populația statistică* este o colecție finită sau infinită de observații. Cum indivizii unei populații sînt imposibil de urmărit în totalitatea lor, pentru studiu se folosește o fracțiune a acestei populații, numită probă. Proba este o mică parte dintr-o colectivitate mai mare despre care dorim să obținem informații. Ea trebuie să caracterizeze cît mai fidel populația din care a fost extrasă. Cercetarea deci se efectuează asupra probei în dorința de a cunoaște populația.

Dacă nu ar exista fenomenul de variație, toți indivizii ar fi la fel, deci, oricare ar putea reprezenta populația. Dar variabilitatea din șirul unei populații face ca probele succesive extrase din aceiași populație să fie diferite.

Proba trebuie să fie reprezentativă pentru populația din care s-a extras. Ea trebuie să fie suficient de mare pentru a se putea face cu ajutorul ei interferențe corecte cu populația și de asemenea atît de mică încît să o putem prelucra ușor cu ajutorul metodelor statistice curente.

Proba se supune observării, respectiv se analizează gradul de exteriorizare a caracterului în discuție. Aceasta se face cu ajutorul unor măsurători cu instrumente adecvate. Rezultatele măsurătorilor se trec într-un tabel numit tabelul de date primare.

Înregistrarea valorilor în tabelele cu date primare se face în ordinea observării indivizilor. Cum aceste tabele nu permit nici un fel de interpretări riguroase asupra caracterului în studiu, trebuie să ordonăm datele astfel încît să putem efectua calcule care să permită caracterizări numerice ale probei.



Scanned with OKEN Scanner

Ordonarea se face cu ajutorul șirului de variație. Șirul de variație este gruparea în clase a indivizilor cu aceeași valoare sau cu valori apropiate.

Întocmirea șirului de variație presupune cunoașterea cîtorva noțiuni și operații.

În cazul variabilității discontinue, ordonarea datelor se face cu ajutorul claselor naturale, valoarea acestora fiind dată de însăși natura caracterului.

În cazul variabilității continue, cînd teoretic există posibilitatea ca variabila să ia orice valoare în limitele de variabilitate ale caracterului respectiv, o astfel de împărțire pe clase nu este eficientă. În acest caz se vor grupa indivizii cu valori apropiate în clase artificiale.

Clasele trebuie să îndeplinească condiția esențială de a împărți amplitudinea de variație în spații egale. Pentru a putea stabili clasele artificiale trebuie făcute următoarele operații : găsirea valorilor extreme, calcularea amplitudinii de variație, stabilirea numărului de clase, determinarea valorilor intervalului de clasă, determinarea limitelor de clasă și calcularea centrului de clasă, după care se încadrează indivizii în clasele corespunzătoare notării lor. Se obține astfel o grupare a indivizilor cu valori apropiate în clase, grupare ce poartă numele de șir de variație, șir în care fiecare individ aparținînd unei clase ia valoarea centrului de clasă. Pentru a reda mai sugestiv un șir de variație se folosește reprezentarea grafică a acestuia prin poligonul de frecvență.

Indicii probelor sînt denumite valori estimative, deoarece ele estimează parametrii populației din care s-au extras. Cele mai importante valori estimative sînt : media aritmetică ($x$), varianța ($s^2$), coeficientul de variabilitate ($s\%$), coeficientul de corelație ($r$), coeficientul de regresie ($b$).

Valorile estimative ce se calculează pot fi grupate în :

a) Indici de poziție : ei definesc tendința valorică centrală (media aritmetică, mediană, valoarea modală).

b) Indici de dispersie (varianța, abaterea standard, coeficientul de variabilitate).

c) Indici ce definesc forma distribuției (indicii asimetriei).

## 3.4. INDICI DE POZIȚIE

*Media aritmetică* este indicele de poziție cel mai cunoscut și cel mai frecvent folosit. Pentru calcularea ei sînt mai multe metode.

Metoda însumării (a adunării) constă din însumarea tuturor valorilor individuale și împărțirea lor la numărul de indivizi. Metoda se practică în cazul unui număr mic de măsurători sau în cazul folosirii unor mașini de calculat simple.

Conform acestei metode, media aritmetică este

$\bar{x} = \frac{\sum X}{n}$, unde cu $x$ sînt notate valorile individuale iar cu $n$ numărul de indivizi.



Scanned with OKEN Scanner

Dacă indivizii sînt grupați în clase se poate aplica metoda multiplicării, care constă în însumarea valorilor tuturor claselor și împărțirea acestora la numărul de indivizi.

Formula de calcul este $x = \frac{\sum fx}{n}$, unde $f$ reprezintă frecvența indivizilor în clase.

Metoda mediei provizorii (metoda abaterii) se bazează pe alegerea unei medii provizorii ($A$), de obicei clasa cu frecvența cea mai mare la care se adună algebric abaterea medie ($a$) a unui individ față de ea. Pentru ușurarea calculelor se ia abaterea claselor față de media aritmetică provizorie, iar apoi suma acestor abateri se înmulțește cu intervalul de clasă.

Formula de calcul este :

$$\bar{x} = A \pm i \frac{\sum fa}{n} :$$

cînd $i = 1$, formula devine : $\bar{x} = A \pm \frac{\sum fa}{n}$

unde : $A$ este media aritmetică provizorie, $a$ — abaterea, $\Sigma$ — semnul însumării, $i$ — intervalul de clasă.

*Metoda sumelor*. Se numește așa întrucît se bazează pe însumarea neîntreruptă a frecvențelor. Are două variante :

În cazul primei variante se alege ca medie aritmetică provizorie clasa cu valoarea cea mai mare. Pentru calcul se aplică formula :

$$\bar{x} = A - i \cdot \frac{S_0 + S_1}{n},$$

unde : $A$ este valoarea clasei celei mai mari (ultima clasă) ; $S_0$ — însumarea neîntreruptă a frecvenței pînă la penultima clasă ; $S_1$ — însumarea neîntreruptă a lui $S_0$ pînă la penultimul termen.

Cînd $i = 1$, formula devine :

$$\bar{x} = A - \frac{S_0 + S_1}{n}$$

A doua variantă se bazează pe însumarea neîntreruptă a frecvențelor și apoi a $S_0$ pînă la media aritmetică provizorie, care se alege ca o clasă din mijlocul șirului de variație, pornind de jos în sus și de sus în jos

$$\bar{x} = A + i \frac{d_2 - d_1}{n},$$

unde : $A$ reprezintă media aritmetică provizorie ; $d_1$ și $d_2$ — valorile lui $S_1$ din vecinătatea mediei aritmetice probabile.

Media aritmetică trebuie să fie aceeași pentru ori care din metodele folosite.

Orice schimbare a unui individ în șirul de variație atrage după sine schimbarea mediei aritmetice.

Media aritmetică este o valoare estimativă necesară, dar nu și suficientă pentru a caracteriza populația, deoarece ea nu dă nici o indicație asupra gradului de dispersie a valorilor individuale față de ea.



Scanned with OKEN Scanner

*Mediana* sau valoarea centrală este valoarea care împarte șirul în două părți egale, avînd deci de o parte și de alta un număr egal de observații.

Cînd șirul este format dintr-un număr impar de valori ($2k+1$), atunci valoarea de rangul $k+1$ este mediana (rangul fiind numărul care arată al cîtelea termen al șirului este valoarea respectivă). Cînd șirul de variație este format dintr-un număr par de valori ($2k$), atunci mediana se găsește între valoarea de rang $k$ și cea de rang $k+1$.

Pentru calcularea medianei se procedează în felul următor : se însumează frecvențele (obținîndu-se $S_0$), pînă cînd valoarea lor ajunge foarte aproape de jumătatea numărului de indivizi $\left(\frac{n}{2}\right)$ ai probei. În acest caz mediana se găsește în intervalul de clasă următor, care se numește interval median.

Formula de calcul a medianei este :

$$Me = x_g + i \frac{\frac{n}{2} - S_0}{f_0},$$

unde : $Me$ este mediana ; $x_g$ — limita inferioară a intervalului median ; $f_0$ — frecvența clasei în care se găsește mediana.

Mediana nefiind influențată de valorile extreme are mare aplicabilitate în biologie, acolo unde valorile extreme datorită numărului mic de indivizi luat în studiu influențează mult media aritmetică.

*Valoarea modală* este acea valoare a variabilei căreia îi corespunde frecvența maximă.

În cazul unei variații discontinue cu intervalul de clasă 1, valoarea modală este dată de valoarea clasei cu frecvența cea mai mare. În cazul unor variații continue, valoarea modală se găsește în clasa căreia îi corespunde cea mai mare frecvență (clasa modală). Poziția valorii modale în clasa respectivă se calculează conform formulei :

$$Mo = x_g + i \frac{f_0 - f_1}{2f_0 - f_{-1} - f_{+1}},$$

unde : $Mo$ este valoarea modală ; $f_0$ — frecvența clasei modale ; $f_{-1}$ — frecvența clasei dinaintea clasei modale ; $f_{+1}$ — frecvența clasei de după clasa modală.

## 3.5. INDICI DE DISPERSIE

Valorile medii nu scot în evidență anumite caractere esențiale ale șirului de variație, cum ar fi dispersia în jurul mediei, gradul de variație al șirului statistic etc., de aceea este necesar să se cunoască dispersia valorilor individuale în jurul mediei.

*Amplitudinea* este cel mai simplu indice al dispersiei și este dat de diferența dintre valoarea maximă și minimă. Amplitudinea este puțin folo-



Scanned with OKEN Scanner

sită în statistică, deoarece prezintă o serie de dezavantaje, cum ar fi faptul că la calcularea ei se folosesc doar două valori și anume cele extreme, care de altfel sînt cele mai supuse fluctuației.

*Varianța și abaterea standard* sînt cei mai siguri indici de exprimare a dispersiei în jurul mediei. Ei se studiază împreună, deoarece abaterea standard ($s$) este rădăcina pătrată a varianței ($s^2$).

Varianța se definește ca raportul dintre suma pătratelor abaterilor individuale față de media aritmetică și numărul gradelor de libertate.

Gradele de libertate ($GL$) reprezintă numărul valorilor ce pot varia independent și este egal cu numărul de indivizi mai puțin unul ($n$—1).

Se folosește numărul de grade de libertate și nu numărul total de indivizi, deoarece o dată media aritmetică cunoscută, primii $n$—1 indivizi pot lua orice valoare, pe cînd ultimul are o valoare bine determinată de valorile anterioare, deci nu mai aduc nici o informație nouă.

Pentru calcularea varianței și abaterii standard se folosesc aceleași metode ca și pentru calcularea mediei aritmetice.

Metoda însumării. Expresia matematică de calculare a varianței prin această metodă este dată de însăși definiția ei :

$$s^2 = \frac{(x_1-\bar{x})^2+(x_2-\bar{x})^2+\cdots+(x_n-\bar{x})^2}{n-1},$$

sau sub formă prescurtată :

$$s^2 = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}.$$

Abaterea standard este rădăcina pătrată a varianței, deci :

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}.$$

Această metodă este foarte greoaie și nu se folosește decît în cazul cînd numărul de observații este foarte mic.

Metoda multiplicării se aplică atunci cînd indivizii sînt grupați în clase și unei anumite clase îi corespund anumite frecvențe. Se calculează folosind formula :

$$s^2 = \frac{\sum fx^2 - \frac{(\sum fx)^2}{n}}{n-1}.$$

Metoda abaterii este folosită foarte mult datorită ușurării calculelor. Formula de calcul este :

$$s^2 = \frac{\sum fa^2 - \frac{(\sum fa)^2}{n}}{n-1};$$

cînd $i \neq 1$, se calculează $s_a^2$ conform formulei :

$$s_a^2 = \frac{\sum fa^2 - \frac{(\sum fa)^2}{n}}{n-1}.$$



Scanned with OKEN Scanner

Pentru calcularea lui $s^2$ se aplică formula :

$$s^2 = s_a^2 \times i^2.$$

Metoda sumelor, cu ambele ei variante, este recomandată pentru calcularea abaterii standard.

$S_0$ și $S_1$ se calculează ca la media aritmetică, iar $S_2$ se obține prin însumarea neîntreruptă a lui $S_1$ pînă la penultimul termen.

Cum în general $i \neq 1$, pentru calculul variantei se aplică formula

$$s_a^2 = \frac{S_0 + 3\,S_1 + 2\,S_2 - \frac{(S_0 + S_1)^2}{n}}{n-1},$$

iar $s^2$ se calculează conform formulei $s^2 = s_a^2 \cdot i^2$.

La cea de a doua variantă se aplică formula :

$$s_a^2 = \frac{2(e_1 + e_2) - (d_1 + d_2) - \frac{(d_2 - d_1)^2}{n}}{n-1} \cdot i^2.$$

unde : $d_1$ și $d_2$ reprezintă valorile lui $S_1$ din vecinătatea mediei provizorii ; $e_1$ și $e_2$ — valorile lui $S_2$ din vecinătatea mediei provizorii.

Valorile obținute indică abaterea standard a fiecărui individ față de media aritmetică, deci, dispersia față de media aritmetică.

*Coeficientul de variabilitate.* Pentru a putea compara abaterile standard ale diferitelor caractere, abateri ce se exprimă în unitățile de măsură ale caracterului respectiv, ne folosim de coeficientul de variabilitate ($s\%$), care reprezintă raportul dintre abaterea standard și media aritmetică și este exprimat procentual :

$$s\% = \frac{s \cdot 100}{\bar{x}}$$

Acest coeficient indică gradul de variabilitate al caracterului analizat și se apreciază astfel :

— cînd $s\% < 10$ variabilitatea este mică (sau caracterul este puțin variabil) ;

— cînd $10 < s\% < 20$ variabilitatea este mijlocie ;

— cînd $s\% > 20$ variabilitatea este mare.

Un coeficient mic de variabilitate se întîlnește în cazul unor populații uniforme, iar un coeficient de variabilitate mare în cazul unor populații neuniforme, cum ar fi hibrizii în generațiile de segregare.

## 3.6. INDICI CE DEFINESC FORMA DISTRIBUȚIEI

**Indicele de asimetrie a lui K. Pearson.** Asimetria este o caracteristică a distribuției frecvențelor. Ea poate fi aparentă sau reală. Cînd este aparentă asimetria se datorează numărului prea mic de indivizi cercetați, deci



Scanned with OKEN Scanner

sporirea numărului lor înlătură această asimetrie. Asimetria reală se datorează acțiunii factorilor externi sau acțiunii genotipului. Ea nu poate fi înlăturată.

Coeficientul lui Pearson ne dă posibilitatea să măsurăm simetria unei distribuții. El se calculează conform formulei :

$$A_s = \frac{x - M_0}{s};$$

cînd :

$A_s > 0$ asimetria este pozitivă ;
$A_s < 0$ asimetria este negativă ;
$A_s = 0$ distribuția este simetrică.

**Abaterea standard a mediei aritmetice.** Indivizii care s-au analizat constituie o probă dintr-o populație. Din această populație se pot extrage probe mai mici sau mai mari, sau se pot extrage mai multe probe. Pentru fiecare probă se calculează media aritmetică ($x$). Aceste medii aritmetice sînt apropiate, dar diferă una de cealaltă. Cînd se ia un număr mare de probe, ordonarea mediilor aritmetice ale acestor probe, prin șirul de variație, dă posibilitatea calculării mediei lor. În acest caz valoarea fiecărei medii aritmetice are un anumit grad de dispersie față de media ideală, dispersie ce se numește abaterea standard a mediei aritmetice și se notează cu $s_{\bar{x}}$. Se calculează conform formulei :

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}.$$

Cînd $s_{\bar{x}}$ are valori mici, media aritmetică reflectă bine media populației, iar cînd are valori mari înseamnă că nu reflectă bine media populației și ca atare trebuie mărit numărul indivizilor cercetați.

**Abaterea standard a diferenței.** Adesea în cercetările experimentale se pune problema studierii unui caracter la două distribuții diferite, obținîndu-se astfel două grupe de valori biometrice.

Diferența dintre ele poate fi pozitivă sau negativă, după cum prima sau a doua din valorile perechi este mai mare sau mai mică.

Aprecierea diferenței între două probe se face cu ajutorul abaterii standard a diferenței ($s_d$). Aceasta se calculează conform formulei :

$$s_d = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}.$$

**Curba distribuției normale.** Repartiția indivizilor unei probe în clase este neuniformă și în anumite clase, de obicei cele din mijloc, indivizii au frecvență mai mare.

Dacă s-ar analiza un număr infinit de indivizi, repartiția valorilor acestora ar fi asemănătoare cu repartiția ce se obține prin dezvoltrea binomului $(a+b)^n$.

Curba distribuției normale este dată de funcția :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}.$$



Scanned with OKEN Scanner

Curba distribuției normale are cîteva proprietăți importante :

— are formă de clopot mai îngust sau mai larg în funcție de valorile lui $\sigma$ ;

— este perfect simetrică, avînd un maxim care coincide cu $\mu$ și scade spre extremități ;

— devierile cele mai mari se înregistrează spre extremități, ceea ce arată că abaterile mici sînt mai frecvente ;

— este asimptotă la axa absciselor ceea ce arată că probabilitatea apariției unei abateri foarte mari este redusă.

## 3.7. CORELAȚIA ȘI REGRESIA

### 3.7.1. CORELAȚIA

Caracterele și însușirile se află în dependență unele față de altele, dependență care se exprimă prin aceea că modificarea unuia este însoțită de modificarea celuilalt.

Fenomenul interdependenței caracterelor se numește corelație.

Corelația a atras atenția cercetătorilor încă de demult. Renumitul anatomist GEOFFROY SAINT-HILAIRE, ca urmare a studiilor întreprinse asupra interdependenței dintre organe, a stabilit legea echilibrului organelor. În același timp, marele cercetător în domeniul anatomiei comparate și paleontologiei GEORGE CUVIER a elaborat principiul relațiilor organismului și a introdus în știință termenul „corelație". Pe baza amplelor observații asupra corelației, DARWIN a conchis că toate părțile organismului se află în dependență corelativă mai mult sau mai puțin accentuată.

Studiul corelației arată că legătura de interdependență a caracterelor poate fi diferită, încadrîndu-se în două tipuri de corelație : directă și indirectă.

**Corelația directă** reprezintă o astfel de legătură între caracterele variabile încît modificarea unui caracter atrage după sine modificarea proporțională a altui caracter. Modificarea este proporțională, ceea ce înseamnă că pe măsura măririi sau micșorării gradului de exteriorizare a unui caracter cel de al doilea, de asemenea, se mărește sau se micșorează.

Corelația rectilinie are două direcții — într-un caz se observă modificarea paralelă de același sens, dacă valorile unui caracter se măresc, proporțional se mărește și cel de al doilea. Aceasta este *corelația pozitivă*. În alt caz, modificarea caracterelor decurge în sensuri diferite, deci măririi unui caracter îi corespunde micșorarea celuilalt. Aceasta este *corelația inversă sau negativă*.

**Corelația indirectă** este forma de legătură în care cu mărirea unui caracter, se mărește și al doilea, însă pînă la o valoare anumită, după care se micșorează sau invers.



Scanned with OKEN Scanner

În formele de corelație prezentate se încadrează aproape toate cazurile de interdependență a caracterelor.

Pentru stabilirea formei corelației, sensului și gradului său a măsurii legăturii de interdependență, metoda analizei biologice este insuficientă și de aceea se recurge la prelucrarea matematică, respectiv la determinarea coeficientului de corelație ca expresie numerică a intensității sau gradului legăturii corelative cercetate.

De mare importanță sînt *corelațiile genetice* și de *mediu*.

Principala cauză genetică a variabilității corelative este pleiotropia și anume proprietatea unei singure gene de a determina paralel două sau mai multe caractere sau însușiri. Segregarea unor astfel de gene atrage după sine variația simultană a caracterelor sau însușirilor afectate.

În corelația pozitivă, gena respectivă intensifică caracterele sau însușirile afectate. În corelația negativă se accentuează un caracter și se reduce celălalt caracter.

În variabilitatea corelativă de mediu intervin factori aflați în mediul extern cu posibilități de a provoca corelații pozitive sau negative, asemănătoare celor provocați de factorii genetici.

Corelația cunoscută sub numele de *corelație de ameliorare* se referă la legătura dintre caracterele care interesează direct procesul de ameliorare.

În legătură cu variabilitatea corelativă, de reținut pentru procesul de ameliorare sînt: efectul corelat al selecției, interacțiunea genotip-mediu și selecția simultană pe mai multe caractere.

În efectul corelat al selecției se urmărește modul de comportare al caracterului $y$, corelat cu caracterul $x$, supus ameliorării. În acest caz, schimbarea consecutivă a caracterului $y$, în funcție de schimbările caracterului $x$ cu care este corelat reprezintă regresia valorii de ameliorare a lui $y$ față de valoarea medie a lui $x$ (FALKONER, 1969) și este dată de relația:

$$bP(A)YX = \frac{cov_A}{\sigma^2 AX} = A\sigma \frac{\sigma^2 AY}{\sigma^2 AX}.$$

Pentru cunoașterea efectului de selecție sau de ameliorare a unui caracter corelat este nevoie de a se cunoaște corelația genetică și ereditatea celor două caractere.

Fenomenul genetic de interacțiune genotip-mediu indică capacitatea de adaptare, știind că cel mai bun genotip într-un anumit mediu nu este și cel mai bun într-un alt mediu.

Cu ajutorul cercetărilor biometrice și pe baza unor prelucrări statistice specifice se stabilește atît felul, cît și gradul corelațiilor.

În studiul corelației, însușirile cercetate se notează cu $x$ și $y$. În funcție de acestea se întocmește un tabel de corelație, care constă în adunarea indivizilor în funcție de cele 2 caractere.

În cazul unei corelații absolute, fiecărei valori a însușirii $x$ îi va corespunde o singură valoare a însușirii $y$. În acest caz indivizii s-ar grupa în tabelă pe o singură linie, pe diagonala stînga jos, dreapta sus în cazul corelației absolut pozitive și stînga sus, dreapta jos în cazul corelației absolut negative (tabelele 21, 22).

În cazul lipsei absolute de corelație între cele două însușiri, fiecare valoare a șirului $x$ va putea intra în toate combinațiile posibile cu valorile și-

rului $y$ (bineînțeles un individ nu poate avea decît o singură valoare $x$ și o singură valoare $y$), depinde însă de întîmplare — care valoarea $y$ se va combina cu o anumită valoare $x$, de aceea în cazul unui număr mare de indivizi se va obține o repartizare uniformă în jurul centrului tabelei, repartizarea generală fiind în formă de romb. Exemplele au caracter teoretic. În realitate nu se obțin forme cu o repartizare atît de regulată a indivizilor în tabele. Cu cît însă gradul de corelație între două însușiri este mai mare, cu atît indivizii se vor repartiza mai grupați pe linia diagonalei.

Împrăștierea indivizilor în tabel va fi cu atît mai mare cu cît corelația dintre însușiri este mai puțin pregnantă sau chiar absentă.

În exprimarea numerică a gradului de corelare ne servim de coeficientul de corelație, valoare a cărei mărime variază de la 0, indicînd lipsa totală de corelație, la 1 indicînd existența unei corelații absolute, și anume :

$r = +1$ (corelație absolut pozitivă),

$r = -1$ (corelație absolut negativă).

Între limitele $-1 \ldots 0 \ldots +1$ vom putea întîlni toate valorile posibile, după gradul corelației. În cazurile empirice nu se vor putea obține pentru $r$ nici o valoare egală cu $+1$, sau $-1$ și nici 0, acestea rămînînd valori teoretice. Cu cît însă valoarea lui $r$ se apropie de 1, cu atît corelația este mai strînsă.

Pentru aprecierea exactă a felului și gradului de corelație se folosește coeficientul de corelație ($r$), care se calculează cu ajutorul formulei propuse de BRAVAIS :

$$r = \frac{n \Sigma f x' y' - \Sigma f x' + \Sigma f Y'}{\sqrt{[n \Sigma f x^2 - (\Sigma f x')^2] \cdot [n \Sigma f y^2 - (\Sigma f y')^2]}},$$

în care : $x'$ și $y'$ sînt abaterea față de media probabilă a caracterelor $x$ și $y$ ; $n$ — numărul indivizilor.

Așadar, coeficientul de corelație ($r$) indică atît sensul, cît și intensitatea sau gradul de corelație.

*Tabelul 23*

Corelația pozitivă

| $y$ \ $x$ | I | II | III | IV | V | VI | VII | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | — | — | — | — | — | — | 4 | 4 |
| II | — | — | — | — | — | 54 | — | 54 |
| III | — | — | — | — | 242 | — | — | 242 |
| IV | — | — | — | 400 | — | — | — | 400 |
| V | — | — | 242 | — | — | — | — | 242 |
| VI | — | 54 | — | — | — | — | — | 54 |
| VII | 4 | — | — | — | — | — | — | 4 |
| Σ | 4 | 54 | 242 | 400 | 242 | 54 | 4 | 1 000 |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 24*

Corelația negativă

| $y$ \ $x$ | I | II | III | IV | V | VI | VII | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 4 | — | — | — | — | — | — | 4 |
| II | — | 54 | — | — | — | — | — | 54 |
| III | — | — | 242 | — | — | — | — | 242 |
| IV | — | — | — | 400 | — | — | — | 400 |
| V | — | — | — | — | 242 | — | — | 242 |
| VI | — | — | — | — | — | 54 | — | 54 |
| VII | — | — | — | — | — | — | 4 | 4 |
| Σ | 4 | 54 | 242 | 400 | 242 | 54 | 4 | 1 000 |

Semnificația coeficientului de corelație se examinează prin mai multe metode. Cea mai folosită este examinarea semnificației coeficientului de corelație cu ajutorul testului $F$.

Pentru calcularea valorii $F$ empirice se folosește formula :

$$F = \frac{(n-2)\, r^2}{1-r^2}.$$

Valoarea teoretică a testului $F$ se află în funcție de gradele de libertate ($GL = 2-1=1$, două caractere) și de distribuție ($n$—2 sînt două distribuții).

### 3.7.2. REGRESIA

Cu ajutorul corelației se stabilește existența legăturii între două variabile. Dar aceasta nu este suficient. Legătura cantitativă între două variabile este exprimată și printr-o funcție matematică, numită regresie, prin care se studiază cantitatea cu care o variabilă numită dependentă se modifică cînd variabila independentă se modifică cu o unitate.

Regresia poate fi liniară și neliniară.

În cazul regresiei liniare, relația dintre cele două variabile se exprimă printr-o relație matematică simplă de tipul $Y = a + b\,x$, unde $x$ semnifică variabila independentă, iar $y$ variabila dependentă. $a$ dă punctul în care dreapta de regresie intersectează axa $Y$, iar $b$ este coeficientul de regresie.

Regresiile neliniare sînt de mai multe tipuri. Dintre cele mai importante amintim regresiile polinomice date de relația $Y = a + b_1 x + b_2 x^2$, regresiile hiperbolice date de relația $Y = a + b\frac{1}{x}$, regresiile logaritmice date de relația $Y = a + b \log x$, regresiile exponențiale date de relația $Y = a\, b^x$ ș.a.m.d.

În cele ce urmează ne vom ocupa de cea mai simplă formă de regresie și anume regresia liniară.



Scanned with OKEN Scanner

Matematic, coeficientul de regresie este dat de relația :

$$b_{y/x} = \frac{\sum xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}},$$

adică de raportul dintre covarianța și varianța variabilei independente.

Sistemele de calcul sînt diferite, în funcție de numărul valorilor de care dispunem.

În cazul în care numărul de valori este mic acestea nu se grupează, iar în cazul în care numărul valorilor este mare acestea se grupează pe clase.

Să luăm un exemplu în care avem 9 valori privind lungimea spicului și numărul de boabe (după SVAB, 1981)

Pentru obținerea coeficientului de regresie calculăm (conform tabelului 25) :

$$x^2 = 10{,}2^2 + 9{,}5^2 + \ldots + 7{,}1^2 = 631{,}35$$

$$xy = (10{,}2 \cdot 41) + (9{,}5 \cdot 38) + \ldots + (7{,}1 \cdot 26) = 2\,301{,}5$$

Introducînd în formulă obținem

$$b_{y/x} = \frac{2301{,}5 - \frac{74{,}9 \cdot 271}{9}}{631{,}35 - \frac{(74{,}9)^2}{9}} = \frac{46{,}2}{8{,}02} = 5{,}76,$$

ceea ce înseamnă că dacă lungimea spicului crește cu 1 cm, atunci numărul de boabe va spori cu 5,76.

*Tabelul 25*

**Date privitoare la calcularea coeficientului de regresie**

| Lungimea spicului cm | Număr de boabe |
|---|---|
| 10,2 | 41 |
| 9,5 | 38 |
| 8,6 | 29 |
| 8,3 | 33 |
| 8,1 | 30 |
| 8,1 | 28 |
| 7,7 | 22 |
| 7,3 | 24 |
| 7,1 | 26 |
| Suma 74,9 | 271 |
| Media 8,3 | 30,1 |



Scanned with OKEN Scanner

În cazul în care valorile sînt grupate se aplică formula :

$$b_{y/x} = \frac{\sum fxy - \frac{\Sigma fx \cdot \Sigma fy}{n}}{\sum fx^2 - \frac{(\Sigma fx)^2}{n}}.$$

Exemplificăm cu calcularea coeficientului de regresie dintre numărul de boabe (variabila independentă) și greutatea boabelor (variabila dependentă) la un eșantion format din 100 indivizi. După clasare indivizii se trec într-un tabel de regresie (tabelul 26). Pentru a se ușura calculele s-au introdus clase artificiale, notîndu-se cu valoarea 0 clasa cea mai mică de la ambele variabile.

Înlocuind datele tabelului în formulă se obține :

$$b_{y/x} = \frac{1973 - \frac{432 \cdot 388}{100}}{2331 - \frac{432^2}{100}} = 0{,}64$$

Aceasta este exprimată în unități convenționale.

Pentru a se exprima în unități naturale acestui coeficient de regresie trebuie să i se aplice următoarea corecție :

$$b \text{ (în unități naturale)} = b_{y/x} \cdot \frac{i_y}{i_x}$$

unde $i_y$ și $i_x$ sînt intervale de clasă pentru cele două variabile.

Deci :

$$b = 0{,}65 \cdot \frac{0{,}2}{4} = 0{,}032 \text{ g},$$

adică, dacă numărul de boabe sporește cu 1, atunci greutatea boabelor în spic crește cu 0,032 g.

Deci, regresia precizează exact care este mărimea cu care variază variabila dependentă cînd variabila independentă crește cu o unitate.

Pentru o mai sugestivă redare a regresiei se folosește reprezentarea grafică, în cazul nostru prin dreapta de regresie.

Pentru reprezentarea acestei drepte este necesar în primul rînd stabilirea formulei dreptei pornindu-se de la formula generală $y = a + bx$.

Aceasta, deoarece dacă ar fi reprezentate toate punctele, niciodată ele nu ar fi situate pe o dreaptă, dar poate fi găsită o dreaptă față de care abaterile să fie cît mai mici, lucru posibil dacă $a = \bar{y} - b\bar{x}$.

Înlocuindu-l pe $a$ în formula generală găsim :

$$y = \bar{y} - b\bar{x} + bx \quad \text{sau} \quad y = \bar{y} - b\,(\bar{x} - x).$$

Exemplificăm prin stabilirea dreptei de regresie în cazul valorilor grupate. Mediile aritmetice ale celor două caractere (șiruri) sînt 4,32, respectiv 3,88.

Înlocuindu-le în formula dreptei ($b = 0{,}64$) obținem :

$$y = 3{,}88 - 0{,}64\,(4{,}32 - x) \; ; \; y = 1{,}12 + 0{,}64\,x.$$



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 26*

Tabelul de calcul al coeficientului de regresie

Greutatea boabelor — Numărul de boabe

| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | | 15 | 19 | 23 | 27 | 31 | 35 | 39 | 43 | 47 | 51 | f | fy | $fy^2$ |
| 8 | 2,9 | | | | | | | | 1<br>56<br>56 | 1<br>54<br>64 | 3<br>72<br>216 | 5 | 40 | 320 |
| 7 | 1,8 | | | | | | 1<br>35<br>35 | 3<br>42<br>126 | | 3<br>56<br>216 | | 7 | 49 | 343 |
| 6 | 1,6 | | | | | | 1<br>30<br>30 | 4<br>36<br>144 | 2<br>42<br>84 | | | 8 | 48 | 288 |
| 5 | 1,4 | | | 1<br>10<br>10 | | 4<br>20<br>80 | 3<br>25<br>75 | | 2<br>35<br>70 | 1<br>40<br>40 | | 19 | 55 | 275 |
| 4 | 1,2 | | | 2<br>8<br>16 | 3<br>12<br>36 | 3<br>16<br>48 | 2<br>20<br>40 | 1<br>24<br>24 | | | 1<br>36<br>36 | 12 | 49 | 192 |
| 3 | 1,0 | | 1<br>3<br>3 | 6<br>6<br>36 | 11<br>9<br>99 | 12<br>12<br>144 | 7<br>15<br>105 | 5<br>18<br>90 | 1<br>21<br>21 | | | 43 | 129 | 387 |
| 2 | 0,8 | | 6<br>2<br>12 | | 2<br>6<br>12 | | | | | | | 8 | 16 | 32 |
| 1 | 0,6 | 1 | | 1<br>2<br>2 | 1<br>3<br>3 | | | | | | | 3 | 3 | 3 |
| 0 | 0,4 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | 3 | 0 | 0 |
| | f | 2 | 8 | 10 | 18 | 19 | 14 | 13 | 6 | 6 | 4 | 100 | 388 | 1840 |
| | fx | 0 | 8 | 20 | 54 | 76 | 70 | 78 | 42 | 48 | 36 | 432 | | |
| | $fx^2$ | 0 | 8 | 40 | 162 | 304 | 350 | 469 | 294 | 384 | 324 | 2334 | | |
| | fxy | 0 | 15 | 64 | 150 | 272 | 285 | 384 | 231 | 320 | 252 | 1973 | | |

Scanned with OKEN Scanner

Dînd lui $x$ valorile minime și maxime obținem cele două puncte ale dreptei care sînt :

$$x=0\ ;\ y=1{,}12\ ;\ x=9\ ;\ y=6{,}88.$$

În cazul în care coeficientul de regresie este 0, dreapta este paralelă cu axa $x$, deci între cele două caractere nu există nici o legătură ($x$ poate lua orice valoare, $y$ este constant).

Cînd coeficientul de regresie este negativ, dreapta de regresie are sensul invers, adică prin creșterea valorilor variabilei independente valorile variabilei dependente scad. În acest caz, desigur, și corelația între cele două caractere este negativă.

Corelațiile și regresia găsesc aplicare practică atît în lucrările de ameliorare, cît și în tehnica experimentală.

Pe baza corelațiilor și anume, a corelațiilor dintre caracterele cantitative și caracterele calitative, dintre morfologie și fiziologie sau biologie, se deduc la începutul ameliorării însușirile viitoare ale soiurilor sau hibrizilor. Corelațiile ajută tehnologia ameliorării, mai ales la începutul procesului de ameliorare cînd cantitatea mică de material nu permite aprecierea directă.

## 3.8. VARIANȚA ȘI ANALIZA VARIANȚEI

Varianța reprezintă media aritmetică a pătratelor abaterilor valorilor individuale ale unui șir statistic față de media aritmetică a șirului respectiv.

Varianța ($s^2$) se calculează cu ajutorul formulei :

$$s^2=\frac{\sum x^2-\frac{(\Sigma x)^2}{n}}{n-1}.$$

Expresia $\frac{(\Sigma x)^2}{n}$ se numește termen de corecție ($C$), iar expresia $x^2-\frac{(\Sigma x)^2}{n}$ suma pătratelor abaterilor ($SPA$). După cum se vede, varianța este egală cu suma pătratelor abaterilor, împărțită la numărul gradelor de libertate. Ea se mai numește și media pătratelor abaterilor, pătrarul mediu al abaterilor sau simplu, pătratul mediu.

Analiza varianței reprezintă procesul matematic de descompunere a varianței totale în elementele ei componente. După scăderea tuturor varianțelor determinate de cauze cunoscute rămîne un rest care se datorează unor cauze necunoscute și se numește varianța erorii. Aceste variante se folosesc ca măsură pentru examinarea celorlalte variante.

Analiza varianței a fost dezvoltată inițial de R. A. FISCHER pentru experiențele de cîmp. Ulterior sfera de aplicabilitate s-a lărgit, aceste analize fiind utilizabile în toate domeniile unde valorile sînt cantitativ exprimabile.



Scanned with OKEN Scanner

Compararea rezultatelor pe baza analizei variantei se face prin intermediul diferențelor dintre mediile pătratelor cu ajutorul erorii diferenței (notată $s'd$), care se apreciază cu ajutorul testului $F$.

De asemenea, trebuie respectat principiul randomizării și să se lucreze cu un număr cît mai mare de valori pentru ca acestea să se supună distribuției normale.

Pentru aplicarea analizei variantei trebuie să pornim de la principiul ipotezei conform căruia probele provin din aceiași populație. Din valorile lor se poate obține o medie generală. Abaterile față de media generală este ceea ce se cheamă varianța totală. Abaterile în interiorul fiecărei grupe față de media grupei din care fac parte se numește varianța în interiorul fiecărei grupe. Mai există și abaterea grupelor față de media generală, care se numește varianța dintre grupe. Deci, varianța totală se compune din varianța din interiorul grupelor și varianța dintre grupe.

O primă operație este calcularea variantei totale, apoi a celei dintre grupe și în fine cea din interiorul grupelor.

Se calculează apoi valoarea $F$ dată de raportul dintre varianța dintre grupe și varianța în interiorul grupelor. Dacă valoarea calculată nu depășește valoarea teoretică pentru $F$ 5%, atunci diferența dintre variante este nesemnificativă. În continuare, pe baza testului $t$ se determină diferența dintre probe.

În cazul în care se folosesc mai multe grupe de aceleași mărimi, numărul de grade de libertate va fi dat de numărul de grupe — 1.

Pentru aprecierea semnificației unei abateri, respectiv a diferenței în cazul nostru dintre două variante, se folosesc următoarele praguri de semnificație și simboluri :

5%—1% abatere semnificativă și se notează cu $x$ dacă e pozitivă și 0 dacă e negativă ;

1%—0,1% abatere distinct semnificativă și se notează cu $xx$ dacă e pozitivă și 00 dacă e negativă ;

>0,1% abaterea foarte semnificativă și se notează cu $xxx$ dacă e pozitivă și 000 dacă e negativă.

Un alt caz este acela în care mărimea grupelor este diferită. Sistemul de calcul comportă găsirea corecției legate de faptul că *SPA* al grupei se calculează împărțind pătratul sumei fiecărei grupe la numărul de observații din grupa respectivă și, de asemenea, numărul diferit de observații face ca eroarea diferenței $sd$ să se calculeze conform formulei :

$$sd = s^2 \frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}.$$

O altă diferență constă în faptul că numărul de grade de libertate se obține însumînd numărul de grade de libertate pentru fiecare grupă.

Un alt caz este atunci cînd grupele sînt de aceeași mărime, dar fiecare grupă este formată din subdiviziuni numite subgrupe. Ca atare trebuie efectuată analiza variantei și în interiorul fiecărei subgrupe și între subgrupe și pe total. Verificarea testului $F$ se face aplicînd testul Duncan.



Scanned with OKEN Scanner

Există cazuri în care valorile sînt grupate în funcție de două, trei sau mai multe criterii. În acest caz se aplică analiza triplă sau multiplă a varianței.

Varianța obținută este evident o varianță fenotipică, fiind rezultatul unor măsurători. Dar această varianță este dată de suma dintre varianța genotipică și varianța cauzată de mediu :

$$s_F^2 = s_G^2 + s_E^2,$$

unde : $s_F^2$ este varianța fenotipică ; $s_G^2$ — varianța genotipică ; $s_E^2$ — varianța datorată mediului.

Varianța genotipică la rîndul ei are mai multe componente : varianța aditivă ($s_A^2$), varianța de dominanță ($s_D^2$) și varianța interacțiunii ($s_S^2$)

$$s_G^2 = s_A^2 + s_D^2 + s_I^2.$$

Varianța aditivă reprezintă partea din varianța genetică care se transmite ereditar.

Varianța dominanței este partea de varianță determinată de manifestarea dominanței între alelele unui locus heterozigot.

Varianța interacțiunii se datorează interacțiunii unor gene nealele. Ea include interacțiunea dintre valorile aditive ale locilor, interacțiunile între aditivitate și dominanță și interacțiunile dominanței.

Deseori se pune problema moștenirii caracterelor cantitative. Aceste caractere sînt influențate, pe de o parte, de condițiile de creștere a plantelor, iar pe de altă parte de potențialul lor ereditar. Genetica cantitativă își propune să determine în ce măsură un anumit caracter cantitativ este influențat de genotip și în ce măsură de mediu, precum și probabilitatea cu care anumite caractere fenotipice cantitative reapar la descendenți.

Eritabilitatea, în sens mai restrîns, se definește prin raportul dintre varianța genetică aditivă și varianța fenotipică, iar în sens mai larg prin raportul dintre varianța genetică totală și varianța fenotipică.

Varianța fenotipică într-o populație este egală cu suma variațelor ereditare și a celor provocate de mediu

$$s_P^2 = s_H^2 + s_E^2,$$

unde $s^2$ simbolizează varianța (dispersia) indivizilor ; $P$ reprezintă fenotipul populației ; $H$ ereditatea ; $E$ mediul.

Conform definiției, coeficientul de eritabilitate în sens larg este dat de formula :

$$h^2 = \frac{s_G^2}{s_P^2}; \quad h^2 = \frac{s_F^2 - s_E^2}{s_F^2}.$$

Pornind de la relațiile varianței părinților ($s_{P_1}^2$, $s_{P_2}^2$) a varianței $F_1$ ($s_{F_1}^2$ și a varianței $F_2$ ($s_{F_2}^2$) s-au imaginat mai multe sisteme de calcul a eritabilității, în care diferitele generații au pondere diferită astfel :

BURTON consideră suficient folosirea variantelor din $F_2$ și cea din $F_1$, prima ca varianță totală, a doua ca fiind cauzată de mediu, adică

$$h^2 = \frac{s^2_{F_2} - s^2_{F_1}}{s^2_{F_2}}.$$

MAHMUD și KRAMER au imaginat modelul în care

$$h_2 = \frac{s^2_{F_2} - \sqrt{s^2_{P_1} \cdot s^2_{P_2}}}{s^2_{F_2}}.$$

După WEBER și MORTHY, eritabilitatea este reprezentată de relația dintre variantele tuturor componentelor

$$h^2 = \frac{s^2_{F_2} - \sqrt[3]{s^2_{F_1} \cdot s^2_{F_1} \cdot s^2_{P_2}}}{s^2_{F_2}}.$$

S-a definit eritabilitatea în sens restrîns ca raportul dintre varianța genetică aditivă și varianța fenotipică

$$h^2 = \frac{s^2_A}{s^2_F}.$$

Deci, pentru calcularea coeficientului de eritabilitate se pune problema calculării variantei genetice aditive. Varianța aditivă se calculează cu ajutorul formulei :

$$s^2_A = 2\, s^2_{F_1} - (s^2_{B_1} + s^2_{B_2}),$$

unde : $s^2_{B_1}$ și $s^2_{B_2}$ reprezintă varianța back-cross-ului primei generații hibride cu cei doi părinți.

Eritabilitatea unui caracter poate fi o fracțiune care variază de la zero la unu în următorul mod :

— dacă întreaga variabilitate fenotipică este de natură genetică $h^2 = 1$, adică $s^2_G = s^2_P$ ;

— dacă întreaga variabilitate fenotipică este determinată de factorii mediului înconjurător $h^2 = 0$ (zero), adică

$$s^2_E = s^2_P, \text{ atunci } s^2_G = 0 \text{ și } h = \frac{0}{s^2_P} = 0;$$

— dacă jumătate din variabilitatea genotipică este datorată efectului genelor atunci $h^2 = 0{,}5$ sau 50 %, adică

$$2\, s^2_G = s^2_P.$$

Se consideră că dacă $h^2 > 0{,}5$, caracterul se transmite cu mare probabilitate la urmași, selecția în funcție de acest caracter fiind eficientă.



Scanned with OKEN Scanner

# 4. VARIABILITATEA GENETICĂ, CORELAȚII ȘI CARIOLOGIA PLANTELOR AGRICOLE

Ereditatea și variabilitatea sînt însușiri genetice fundamentale caracteristice tuturor ființelor vii.

Ereditatea este o însușire cu aspect conservativ, determinînd, conservînd și transmițînd caracterele genetice specifice de la o generație la alta.

Variabilitatea este o însușire genetică ce determină deosebiri permanente ale caracterelor și însușirilor indivizilor, contribuind la modificarea, transformarea și diversificarea ființelor vii, la evoluția și perfecționarea speciilor. Una fără alta nu pot exista.

Ameliorarea folosește din plin atît ereditate, cît și de variabilitate.

Variabilitatea genetică a materialului inițial stă la bază lucrărilor de ameliorare. Un material inițial valoros trebuie să prezinte o variabilitate genetică mare.

Prelucrat prin metodele de ameliorare, un astfel de material permite realizarea de soiuri și hibrizi cu însușiri genetice și economice valoroase.

Neasemănarea dintre indivizii unei populații biologice constituie *fenomenul de variabilitate*. Diferențele de la un individ la altul sînt *diferențe individuale* sau *variații*. Variabilitatea reprezintă însumarea variațiilor și afectează toate caracterele și însușirile indivizilor : morfologice, fiziologice, biochimice și tehnologice.

În cadrul populațiilor biologice distingem : *variații în spațiu*, cauzate de numeroși factori externi și factori interni, care pot fi *variații continue* sau *fluctuante* sau *variații discontinue* sau *bruște* (mutații). O altă categorie sînt *variațiile în timp*, dobîndite în cursul dezvoltării sau evoluției.

În funcție de natura caracterului, variațiile sînt : *cantitative*, care se referă la caracterele cantitative și *calitative*, care se referă la caracterele sau însușirile calitative ; ultimele se mai numesc *variații fiziologice, biochimice* sau *tehnologice*.

Alte tipuri de variații sînt : *corelative*, care pot fi pozitive sau negative ; *homoloage*, care caracterizează indivizii care aparțin la unități taxonomice diferite, *balansate* și *nebalansate*.

Principalele categorii sau tipuri de variații sînt redate schematic în tabelul 27.



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 27*

**Principalele tipuri de variații la grîu**

| | |
|---|---|
| 1. Variație balansată | 8. Variație fiziologică |
| 2. Variație bruscă | 9. Variație homoloagă |
| 3. Variație continuă | 10. Variație mugurală |
| 4. Variație corelativă | 11. Variație nebalansată |
| 5. Variație discontinuă | 12. Variație primară |
| 6. Variație ereditară | 13. Variație în spațiu |
| 7. Variație germinală | 14. Variație somatică |
| | 15. Variație tehnologică |

Privind aspectele variabilității, DARWIN scoate în evidență *mersul progresiv și regresiv al variabilității*, *aspectul convergent* sau *divergent al variabilității* și *aspectul continuității* sau *al discontinuității variabilității*. O atenție deosebită se acordă mersului progresiv sau regresiv al variabilității sau evoluției organismelor și ființelor vii în general. Aceasta evidențiază variabilitatea graduată sau trecerea gradată de la formele vechi la formele noi.

Atît variabilitatea, cît și corelațiile și cariologia sînt de mare importanță în orientarea și organizarea procesului genetic de ameliorare a plantelor.

## 4.1. VARIABILITATEA, CORELAȚIILE ȘI CARIOLOGIA LA GRÎU

Redăm în tabelul 27 variabilitatea însușirilor și caracterelor de soi.

*Tabelul 27 a*

**Variabilitatea la grîu**

| Însușirea sau caracterul | Gradul de variabilitate |
|---|---|
| Înălțimea plantei | 30—140 cm |
| Numărul fraților | 1—60 |
| Lungimea spicului | 8—10 cm |
| Densitatea spicului | în general mijlocie (17—20 spiculețe pe 10 cm lungime de rahis) |
| Numărul spiculețelor în spic | 13—24 |
| Numărul boabelor în spiculeț | 1—5 |
| Mărimea boabelor | mici, mari și intermediare |
| Greutatea a 1 000 de boabe | 21—52,2 g |
| Greutatea hectolitrică | 74,0—82,7 kg |
| Producția de boabe | 1 500—10 000 kg/ha |
| Forma bobului | ovoidală, ovoidală alungită, alungită |
| Culoarea bobului | alb și roșu |
| Prezența aristelor | aristat și nearistat |
| Conținutul de gluten uscat | 9,5—13,35 % |
| Conținutul de proteină | 7—19 % |
| Conținutul în amidon | 63,8—69 % |

| Însușirea sau caracterul | Gradul de variabilitate |
|---|---|
| Conținutul în celuloză | 1,9—2% |
| Comportarea la atacul de rugină galbenă, brună, neagră | sensibil-rezistent |
| Comportarea la atacul de mălură | sensibil-rezistent |
| Comportarea la scuturare | sensibil-rezistent |
| Perioada de vegetație | scurtă-lungă |
| Capacitatea de producție | peste 9 000 kg/ha |

Dintre caracterele morfologice care prezintă o variație mare, reținem : *lungimea spicului,* care este în funcție de specie și soi și poate fi sub 8 cm sau peste 12—14 cm lungime ; *aristarea,* care variază de la lipsa totală de ariste la unele soiuri, la soiuri cu ariste foarte lungi (Triticum durum var. hordeiforme) ; *culoarea aristelor ; densitatea spicului* (de la spice laxe la spice foarte dense) ; *culoarea și forma spicului ; ramificarea spicului* (neramificat-ramificat) ; *forma și culoarea bobului ; numărul fraților dezvoltați la plantă* și altele.

Dintre însușirile fiziologice care prezintă o variabilitate mai mare amintim : *durata de vegetație,* care variază mult de la un soi la altul ; *rezistența la ger ; rezistența la cădere și scuturare.*

Privitor la variabilitatea biochimică a bobului se constată o variație mare a conținutului de substanțe proteice, și anume, între 10% și 24%, în funcție de soi și condiții de dezvoltare ; a conținutului de substanțe grase, între 1,5% și 2,5% ; a conținutului de celuloză între 1,5% și 3% și a conținutului de cenușă între 1,5% și 2,5%.

Dintre însușirile tehnologice, între limite mari variază sticlozitatea bobului (sticlos, semisticlos, făinos), greutatea a 1 000 de boabe (de la 24—25 g pînă la peste 55 g), calitatea glutenului și însușirile de panificație. Productivitatea este de asemenea o însușire care variază mult de la un soi la altul.

Corelațiile pozitive, folosite în ameliorarea grîului, sînt cele redate în tabelul 28.

*Tabelul 28*

**Corelații pozitive la grîu**

| Caracterul sau însușirea | Corelează pozitiv cu : |
|---|---|
| Producția de boabe | numărul fraților fertili ajunși la maturitate, lungimea spicului, densitatea spicului, numărul spiculețelor fertile, numărul boabelor din spiculeț, producția sau greutatea boabelor din spic |
| Calitatea bobului | conținutul procentual de gluten, calitatea glutenului, conținutul biochimic al bobului, sticlozitatea bobului, MMB, conținutul ridicat de făină |
| Calitatea făinii | „puterea făinii", consistența aluatului, elasticitatea și capacitatea de întindere a aluatului, însușiri de panificabilitate, capacitatea de formare și reținere a gazelor |



Scanned with OKEN Scanner

| Caracterul sau însușirea | Corelează pozitiv cu : |
|---|---|
| Rezistența la ger | adîncirea nodului de înfrățire, sistemul radicular dezvoltat, primul stadiu de dezvoltare lung, conținutul ridicat de substanțe uscate și zaharate din plante, puterea osmotică mare, conținutul ridicat de sulfhidril din plantă |
| Rezistența la secetă | forma anatomomorfologică specifică (număr mare de stomate și stomate mici, cuticulă îngroșată, frunze înguste și ceroase), suprafața mică de evaporare, sistemul radicular dezvoltat, însușiri fiziologice caracteristice |

Din punct de vedere cariologic, speciile de grîu se clasifică astfel (tabelul 29) :

*Tabelul 29*

| | *haploid* | *diploid* |
|---|---|---|
| — Triticum aegilopoides | $n=7$ | $2n=14$ |
| — T. monococcum | $n=7$ | $2n=14$ |
| — T. dicoccoides | $n=14$ | $2n=21$ |
| — T. dicoccum | $n=14$ | $2n=28$ |
| — T. persicum | $n=14$ | $2n=28$ |
| — T. durum | $n=14$ | $2n=28$ |
| — T. turgidum | $n=14$ | $2n=28$ |
| — T. polonicum | $n=14$ | $2n=28$ |
| — T. timopheevi | $n=14$ | $2n=28$ |
| — T. aestivum vulgare | $n=21$ | $2n=42$ |

Același număr de cromozomi ($n=21$ sau $2n=42$) au și subspeciile *T. aestivum compactum*, *T. aestivum sphoerococcum*, *T. aestivum spelta* și *T. aestivum macha*.

Cunoașterea cariologiei speciilor și subspeciilor ne orientează în legătură cu folosirea hibridărilor sexuate și obținerea de forme hibride în procesul de ameliorare.

## 4.2. VARIABILITATEA, CORELAȚIILE ȘI CARIOLOGIA LA ORZ

Privitor la variabilitate, variază între limite mari îmbrăcarea cu pleve a bobului (existînd soiuri cu bobul îmbrăcat și soiuri cu bobul golaș), densitatea spicului, culoarea spicului, lungimea spicului, consistența, forma și culoarea bobului. De asemenea, variază în linii mari înălțimea și grosimea paiului, capacitatea de înfrățire ș.a.

Între limite mari variază și însușirile fiziologice (durata de vegetație), producția de boabe, compoziția chimică a bobului etc.



Scanned with OKEN Scanner

Cercetările scot în evidență următoarea variabilitate la orz :

— mărimea bobului și anume : mare — peste 11 mm lungime și mică sub 8 mm lungime ;

— MMB variază între 25—60 g ;

— înălțimea paiului principal între 30—100 cm ;

— capacitatea de înfrățire — 4—10 frați fertili ;

— perioada de vegetație — 90—270 zile ;

— substanța uscată din bob — 85—87% ;

— conținutul de proteină din bob — 9—13% ;

— extractive fără azot — 65—70% ;

— celuloză — 3,5—5,5% ;

— capacitatea de producție — peste 8 500 kg/ha.

Cele mai importante corelații pozitive sînt redate în tabelul 30.

*Tabelul 30*

**Corelații pozitive la orz**

| Caracterul sau însușirea | Corelează pozitiv cu : |
|---|---|
| Producția de boabe | numărul plantelor fertile la unitatea de suprafață, capacitatea de înfrățire, numărul spicelor la metru pătrat, mărimea spicului, numărul spiculețelor, numărul și greutatea boabelor din spic, MMB, capacitatea de asimilare |
| Calitatea bobului | conținutul procentual de amidon și de proteine din bob |
| Rezistența la ger | nodul de înfrățire adînc, sistemul radicular dezvoltat, concentrația ridicată a substanțelor de rezervă din plantă, sucul celular concentrat, conținutul ridicat de zahăr din plantă, energia acumulării substanțelor uscate din plantă |
| Rezistența la secetă | caracterele xeromorfe (stomate, dense și mici, cuticulă îngroșată, celule buliforme dezvoltate), concentrația ridicată a sucului celular, puterea osmotică ridicată |
| Rezistența la cădere | paiul scurt îngroșat, internodiile bazale îngroșate, scurte și pline, fasciculele libero-lemnoase multe și stratul de sclerenchim mare, sistemul radicular dezvoltat |

Din punct de vedere cariologic, la orz avem următoarea situație :

| Specii cu $n=7$ sau $2n=14$ | Specii cu $n=14$ sau $2n=28$ | Specii cu $n=21$ sau $2n=42$ |
|---|---|---|
| Hordeum vulgare | H. bulbosum | H. nodosum |
| H. agricocrithon | H. secalinum | |
| H. spontanum | H. jubatum | |
| H. bulbosum | H. silvaticum | |
| H. secalinum | H. nodosum | |

Toate formele cultivate (*H. vulgare*), precum și cele spontane prezintă $n=7$ sau $2n=14$ cromozomi.



Scanned with OKEN Scanner

## 4.3. VARIABILITATEA, CORELAȚIILE ȘI CARIOLOGIA LA OVĂZ

Ovăzul prezintă o mare variabilitate genetică.

Variabilitatea la ovăz, folosită curent în ameliorare, este redată în tabelul 31.

*Tabelul 31*

| Caracterul sau însușirea | Gradul de variabilitate |
|---|---|
| Forma paniculului | drapel-pectinat ; drapel-compact ; închis strîns ; închis larg ; deschis ; larg ; pletos ; zburlit |
| Numărul verticilelor | mare (7—8) ; mijlociu (5—7) ; mic (3—5) |
| Lungimea ramurilor principale | lungi ; mijlocii ; scurte |
| Poziția ramurilor principale față de ax | strînse ; răsfirate |
| Numărul boabelor în spiculeț | bispermic (predominare) ; trispermic (înclinație) ; monospermic (predominare) |
| Lungimea glumelor | lungi (circa 30 mm) ; scurte (circa 25 mm) |
| Culoarea glumelor mature | albe spălăcite ; galbene sau gălbui |
| Procentul de pleve (20—40%) | ridicat (paleile groase) ; scăzut (paleile subțiri) |
| Forma bobului | lanceolat ; alungit-lanceolat ; ovoid-lanceolat |
| Culoarea paleilor | albă, galbenă, roșie, gri închis |
| Grosimea bobului | subțire (2—2,5 mm ∅) ; gros (circa 3 mm ∅) |
| Lățimea bobului | îngust (2—2,5 mm ∅) ; lat (circa 3 mm ∅) |
| Lungimea bobului | 8—11 mm |
| Aristare | forme aristate (ambele flori aristate, o singură floare aristată) ; forma mutice |
| MMB | 20—50 g |
| Lungimea paiului | lung (peste 130—140 cm) ; mijlociu (100—130 cm) ; scurt (pînă la 100 cm) |
| Grosimea paiului | gros (peste 5 mm) ; mijlociu (3—4 mm) ; subțire (sub 3 mm) |
| Numărul nodurilor | ridicat (6—8) ; mijlociu (circa 5) ; mic (3—4) |
| Lungimea nodurilor | lungi (mai lungi decît late) ; mijlocii (diametre aproape egale) ; scurte (mai mult late decît lungi) |
| Pubescența nodurilor | pubescente, glabre |
| Portul plantei | erect ; intermediar ; pletos |
| Culoarea frunzelor | verde-închis ; verde obișnuit ; verde-deschis |
| Dimensiunile limbului | îngust (1,0—1,7 cm) ; mijlociu (1,4—2,3 cm) ; lat (1,8—3,0 cm) |
| Natura plantei | de primăvară ; de toamnă |
| Rezistența la secetă | rezistent ; mijlociu de rezistent ; nerezistent |
| Rezistența la boli | rezistent ; rezistență mijlocie ; nerezistent |
| Rezistența la dăunători | rezistență mare ; rezistență mică ; nerezistent |
| Capacitatea de producție | 5 000—8 000 kg/ha |
| Rezistența la scuturare | se scutură ușor ; nu se scutură |
| Rezistența la cădere | rezistent ; mijlociu de rezistent ; nerezistent |
| Felul înfloritului | înflorire deschisă ; înflorire închisă |



Scanned with OKEN Scanner

| Caracterul sau însușirea | Gradul de variabilitate % |
|---|---|
| Proteine | 12,00—17,90 (Avena sativa)<br>19,60—19,90 (A. nuda)<br>13,40—17,80 (A. byzantina)<br>14,60 (A. abyssinica)<br>13,75 (A. strigosa)<br>14,25 (A. brevis)<br>15,40 (A. fatua)<br>14,50 (A. ludoviciana) |
| Substanțe grase | 4,35—5,10 (Avena sativa)<br>5,30—6,60 (A. nuda)<br>4,30—5,00 (A. byzantina)<br>5,00 (A. strigosa)<br>5,50 (A. brevis)<br>3,88 (A. fatua)<br>4,60 (A. ludoviciana) |
| Amidon | 33,60—47,10 (Avena sativa)<br>48,00—50,30 (A. nuda)<br>30,00—47,20 (A. byzantina)<br>39,28 (A. ludoviciana) |
| Celuloză | 11,10—19,00 (Avena sativa)<br>1,52—1,55 (A. nuda)<br>9,80—15,00 (A. byzantina)<br>12,60 (A. brevis) |
| Cenușă | 3,48—4,60 (Avena sativa)<br>2,50 (A. nuda)<br>3,85—4,60 (A. byzantina)<br>3,90 (A. brevis)<br>4,80 (A. ludoviciana) |
| Zahăr | 0,80—1,80 (Avena sativa)<br>1,42 (A. nuda)<br>0,90—1,25 (A. byzantina)<br>1,18 (A. brevis) |

Ovăzul cuprinde : specii diploide ($2n=14$ cromozomi), dintre care *Avena wiesti, A. hirsuta, A. clauda, A. pilosa* și altele : specii tetraploide ($2n=28$), dintre care *A. vaviloviana, A. abyssinica* și *A. barbota ;* specii hexaploide ($2n=42$) și anume *A. sativa, A. byzantina, A. fatua* și *A. sterilis.*

## 4.4. VARIABILITATEA, CORELAȚIILE ȘI CARIOLOGIA LA OREZ

În funcție de materialul biologic cercetat, la orez există următoarea variabilitate :

— înălțimea plantei 50—150 cm ;
— lungimea paniculului 15—40 cm ;
— numărul boabelor din panicul 30—350 ;
— mărimea bobului, și anume : lungimea 6—9 mm, lățimea 3—3,8 mm și grosimea 2—2,5 mm ;

— lungimea perioadei de vegetație : 100—120 de zile la soiuri timpurii, 120—150 de zile la soiuri semitimpurii și semitîrzii, peste 150 de zile la soiuri tîrzii ;

— rezistența la boli, rezistența la cădere și rezistența la scuturare variază între nerezistent și foarte rezistent, în funcție de soi ;

— conținutul de substanțe grase 0,1—2,5% ;

— conținutul de substanțe proteice 3,0—10,0% ;

— conținutul de extractive neazotate 73,0—80,0% ;

— conținutul de celuloză 0,14,1%.

Cifrele privitoare la conținutul biochimic al bobului sînt raportate la probele uscate natural și nu la substanța uscată.

Producția de boabe variază mult de la un soi la altul și de la un an la altul, precum și în funcție de metodele agrotehnice aplicate. În funcție de factorii și condițiile amintite, producția de boabe la orez variază între 6 000—9 000 kg/ha. Literatura citează producții record și mai mari.

O variabilitate mare prezintă și perioada de vegetație (100—160 zile). Din punct de vedere al duratei de vegetație, soiurile de orez se împart în : soiuri timpurii (100—120 zile), soiuri semitimpurii (120—135 zile), soiuri semitîrzii (135—150 zile), soiuri tîrzii (peste 150 zile).

Corelațiile sînt cele din tabelul 32.

*Tabelul 32*

Corelații la orez

| Caracterul sau însușirea | Corelează pozitiv cu : |
|---|---|
| Producția de boabe | capacitatea de înfrățire, densitatea plantelor pe metru pătrat, densitatea și mărimea paniculului, numărul și producția de boabe la panicul, MMB, perioada de vegetație mai lungă |
| Calitatea bobului | conținutul procentual de proteină, grăsimi, extractive neazotate și vitamine, lipsa petei albe și lipsa aristelor, conținutul scăzut de pleve, randamentul de prelucrare |
| Însușiri culinare | capacitatea de fierbere, volumul boabelor după fierbere, lipsa de terciuire, gustul plăcut |
| Rezistența la cădere | paiul scurt și internodiile bazale dezvoltate, fasciculele libero-lemnoase numeroase, stratul de sclerenchim dezvoltat, elasticitatea paiului |

Din punct de vedere cariologic, orezul prezintă 12 cromozomi haploizi ($n$) sau 24 cromozomi diploizi ($2n$).

## 4.5. VARIABILITATEA, CORELAȚIILE ȘI CARIOLOGIA LA PORUMB

Porumbul prezintă o mare variabilitate așa cum rezultă și din tabelul 33.



Scanned with OKEN Scanner

Variabilitatea la porumb

*Tabelul 33*

| Însușirea sau caracterul | Gradul de variabilitate |
|---|---|
| Aspectul bobului | amidonos, ceros, zaharos |
| Suprafața bobului | lucioasă, mată |
| Lungimea bobului (diametrul mare) | boabe lungi (pînă la 28 mm) ;<br>boabe mici (pînă la 2,8 mm) ;<br>boabe de lungime mijlocie (2,8—14 mm) |
| Lățimea bobului | boabe înguste (pînă la 3 mm) ;<br>boabe late (9—18 mm)<br>boabe de lățime mijlocie (3—9 mm) |
| Forma bobului | lățimea egală cu lungimea ;<br>lățimea mai mică decît lungimea ;<br>vîrful rotunjit, unghiulos, ascuțit, turtit ;<br>secțiunea transversală rotunjită, unghiuloasă |
| Masa a 1 000 de boabe | de la 50 g pînă la 1 100 g |
| Culoarea endospermului | albă, galbenă-deschisă, galbenă, galbenă-închisă |
| Culoarea pericarpului | albă, galbenă, roșie, roz-violetă, roșie-purpurie și diferite alte variante |
| Mărimea embrionului | mare, mijlocie, mică |
| Lungimea mezocotilului | lungimea normală (10—12 cm) ;<br>foarte lung (13—35 cm) |
| Compoziția chimică | conținut obișnuit de proteine (9—11%) ; conținut mare de proteine (peste 12%) ; conținut normal de amidon (65—75%) ; conținut mare de amidon (peste 75—80%) ; conținut normal de grăsimi (3,5—4,5%) ; conținut mare de grăsimi (peste 4,5—5,5%) |
| Numărul florilor fertile în spiculețul femel | 1—2 flori fertile |
| Numărul rîndurilor de boabe | număr mic de rînduri (8) ;<br>număr mijlociu de rînduri (10—22) ;<br>număr mare de rînduri (24—30) |
| Numărul boabelor la un știulete | 120 pînă la peste 1 000 |
| Numărul boabelor pe un rînd | de la 15 la 70 |
| Culoarea paleilor florale | albă, galbenă, roșie, roz-violetă, roșie-purpurie și diferite alte nuanțe |
| Forma știuletelui | cilindrică, conică de diferite intensități și alte forme intermediare (forme anormale) |
| Lungimea știuletelui | scurt (pînă la 4 cm) ; mijlociu (6—25 cm) ; foarte lung (pînă la 50 cm) |
| Grosimea știuletelui | subțire (pînă la 2 cm) ; gros (pînă la 10 cm) ; mijlociu (3—5 cm) |
| Greutatea știuletelui | mică (pînă la 30 g) ; mijlocie (30—100 g) ; mare (pînă la 500 g) |
| Procentul de boabe | mic (50%) ; mijlociu (50—85%) ; mare (90—95%) |



Scanned with OKEN Scanner

| Însușirea sau caracterul | Gradul de variabilitate |
|---|---|
| Grosimea ciocălăului | subțire (circa 0,5 cm) ; mijlociu (1—4 cm) ; gros (8 cm) |
| Înfrățirea | lipsă de înfrățire ; înfrățire mijlocie (1—5 copili) ; înfrățire puternică (5—10 copili) |
| Înălțimea plantei | tulpini joase (0,60 m) ; tulpini mijlocii (0,60—2,0 m) ; tulpini înalte (pînă la 6,5 m) |
| Grosimea tulpinii | subțiri (1—2 cm) ; mijlocii (2—3 cm) ; groase (peste 3—4 cm) |
| Numărul nodurilor și internodiilor | de la 6 pînă la peste 22 |
| Numărul frunzelor | puține (8—10) ; multe (pînă la 45) |
| Numărul pănușilor care îmbracă știuletele | puține (4—5) ; multe (12—15) |
| Grosimea pedunculului știuletelui | subțire (1/3 din grosimea ciocălăului) ; gros ; mijlociu |
| Lungimea pedunculului știuletelui | scurt (3—4 cm) ; lung (pînă la 50 cm) ; mijlociu |
| Numărul știuleților pe tulpină | cu un singur știulete ; cu 2—3 știuleți ; peste 5 știuleți |
| Dezvoltarea sistemului radicular | sistem radicular slab dezvoltat și așezat la suprafață ; sistem radicular mult dezvoltat și adînc în pămînt |
| Dezvoltarea rădăcinilor adventive | slab dezvoltate ; puternic dezvoltate și numeroase |
| Lungimea perioadei de vegetație | foarte precoce (90—115 zile) ; precoce (110—125 de zile) ; semitardive (125—135 de zile) ; tardiv (135—160 de zile) ; foarte tardiv (pînă la 300 de zile) |
| Raportul dintre înspicat și apariția stigmatelor (mătăsit) (Lipsa sincronizării între înspicat sau mătăsit poate fi de 3—10 zile, uneori mai mult) | apariția stigmatelor are loc înaintea înspicatului ; apariția stigmatului coincide cu apariția spicului ; apariția stigmatului după apariția spicului |
| Rezistența la secetă | rezistent ; mijlociu de rezistent ; nerezistent |
| Temperatura de răsărire | răsare la temperatura de 5—12 °C |
| Rezistența la ger în timpul răsăririi | rezistent la —3 °C ; nerezistent, plantele pier la 0—2 °C |
| Rezistența la ger în timpul maturizării bobului | rezistent, plantele se dezvoltă pînă la 4 °C ; nerezistent, dezvoltarea încetează la 4 °C |
| Rezistența la cădere | rezistent ; nerezistent |
| Rezistența la sfredelitorul porumbului (Pyrausta nubilalis) | nerezistent ; rezistență mijlocie ; rezistent |
| Productivitatea | mică (5 000 kg/ha) ; mijlocie (6 000—7 000 kg/ha) ; mare (7 000—8 000 kg/ha) ; foarte productiv (peste 10 000 kg/ha) |



Scanned with OKEN Scanner

Cele mai importante corelații la porumb, cu mare folos în orientarea procesului de ameliorare, sînt redate în tabelul 34.

*Tabelul 34*

Corelații la porumb

| Caracterul sau însușirea | Corelează pozitiv cu : |
|---|---|
| Producția de boabe | numărul plantelor fertile la unitatea de suprafață, lungimea perioadei de vegetație, suprafața de asimilare, numărul și mărimea știuleților dezvoltați pe tulpină, numărul rîndurilor și numărul total de boabe dezvoltate pe știulete, randamentul de boabe, MMB |
| Calitatea bobului | conținutul procentual de proteine, amidon și grăsimi, conținutul procentual de vitamine, conținutul scăzut de celuloză, conținutul ridicat de caroten |
| Rezistența la secetă | caracterele de xerofilism (cuticulă îngroșată, celule dense, stomate multe și mici, celule buliforme dezvoltate, suc celular concentrat), sistemul radicular dezvoltat |
| Rezistența la cădere | sistemul radicular dezvoltat, tulpina groasă și internodii scurte, tulpinile mai puțin înalte, elementele anatomice caracteristice (fascicule libero-lemnoase dezvoltate și sclerenchim dezvoltat) |

## 4.6. VARIABILITATEA, CORELAȚIILE ȘI CARIOLOGIA LA FLOAREA-SOARELUI

Floarea-soarelui prezintă o variabilitate genetică mare și caracteristică.

Gradul de variabilitate a principalelor caractere este următorul :

— înălțimea plantei — 1,2—2,5 m la soiurile pentru sămînță și 3—5 m la cele furajere ;

— mărimea calathidiului — 10—40 cm diametru ;

— diametrul sec. al calathidiului — 10—15 cm ;

— numărul semințelor într-un calathidiu — 1 000—10 000 ;

— mărimea semințelor — 8—25 mm lungime, 4—13 mm lățime și 5—7 mm grosime ;

— greutatea semințelor a unui calathidiu — 50—250 g ;

— MMB — 100—200 g ;

— conținutul de ulei din miez — 50—70% ;

— conținutul de coji — 20—50% ;



Scanned with OKEN Scanner

— prezența stratului carbonogen — 90—100% ;
— compoziția chimică a uleiului — 20—40% acid oleic, 45—65% acid linoleic, 5,5—9% acid arahic ;
— indicele de iod — 119—145 ;
— cifra de saponificare — 180—186 ;
— indicele de aciditate — 0,1—2,6 ;
— perioada de vegetație — 100—130 zile ;
— capacitatea de producție — 3 000—5 000 kg/ha.

În funcție de soi și condițiile de dezvoltare, limitele de variație pot prezenta modificări. În linii mari, ele caracterizează diferitele caractere și însușiri și orientează asupra desfășurării procesului de ameliorare.

Variabilitatea prin autopolenizări sau consangvinizări se modifică foarte mult. Astfel, se citează cazuri de plante cu tulpini și capitule foarte mici, precum și plante cu tulpini și capitule foarte mari.

Limitele de variație prezintă valori și mai mari dacă se face comparația între *Helianthus annuus cultus* și *Helianthus annuus ruderalis*.

În cadrul unui material autohton neameliorat, s-a obținut următoarea variabilitate (Potlog, Maria Neagu și Aneta Drăcea, 1951) :

| | |
|---|---|
| — conținut de ulei în miez | 21—78% |
| — conținutul de coji | 22—62% |
| — greutatea semințelor unui capitul | 35—233 g |
| — diametrul capitulului | 6—34 cm |
| — diametrul sec al capitulului | 0—16,5 cm |
| — înălțimea plantei | 100—250 cm |

Corelațiile pozitive folosite în ameliorarea florii-soarelui sînt redate în tabelul 35.

*Tabelul 35*

Corelații la floarea-soarelui

| Caracterul sau însușirea | Corelează pozitiv cu : |
|---|---|
| Producția de sămînță și ulei | numărul plantelor fertile și normal dezvoltate la unitatea de suprafață, mărimea și densitatea calathidiului, numărul și greutatea semințelor din calathidiu, randamentul de semințe, MMB, conținutul procentual de miez, conținutul procentual de ulei, conținutul scăzut de coji |
| Calitatea uleiului | indicele de iod mic, conținutul scăzut de acizi liberi (indice de aciditate scăzut), conținutul ridicat de acizi saturați și lipsa acizilor nesaturați |
| Rezistența la molie | prezența stratului carbonogen |
| Rezistența la lupoaie | alcalinitatea sucului celular din rădăcină, conținutul scăzut de peroxidază din rădăcini |

Privitor la cariologie, floarea-soarelui cuprinde 17 cromozomi haploizi ($n$) sau 34 cromozomi diploizi ($2n$).



Scanned with OKEN Scanner

## 4.7. VARIABILITATEA, CORELAȚIILE ȘI CARIOLOGIA LA IN

Variabilitatea însușirilor și caracterelor celor două tipuri de in este redată în tabelul 36.

*Tabelul 36*

Variabilitatea la in

| Caracterul sau însușirea | Gradul de variabilitate |
|---|---|
| Înălțimea plantei | *Inul de fuior :* 100—150 cm în condiții normale și optime ; 50—70 cm în condiții neprielnice.<br>*Inul de ulei :* 50—80 cm în condiții normale, la soiurile obișnuite și 30—50 cm la soiurile pitice. |
| Gradul de ramificare a tulpinii | neramificată la inul de fuior ; ramificată la inul de ulei. |
| Grosimea tulpinii | 1,0—3,0 mm |
| Lungimea tehnică a tulpinii inului de fuior | 40—100 cm |
| Partea ramificată a tulpinii inului de fuior | 2—15% |
| Partea neramificată a tulpinii inului de fuior | 70—90% |
| Hipocotilul | 3—6% |
| Partea ramificată a tulpinii inului de ulei | 85—95% |
| Partea neramificată a tulpinii inului de ulei | 5—15% |
| Mărimea frunzelor | 20—40 mm lungime |
| Mărimea capsulelor<br>ssp. euroasiaticum<br>ssp. mediterraneum<br>ssp. transitorium | <br>6,1—8,3 mm lungime ; 5,7—6,8 mm lățime ;<br>8,5—11,1 mm lungime ; 7,6—8,5 lățime<br>7,3—9,4 mm lungime ; 6,9 mm lățime |
| Mărimea semințelor | mici : 3,6—4,9 mm lungime ; 1,8—2,4 mm lățime ; 2,1—6,2 g MMB<br>mijlocii : 4,3—5,5 mm lungime ; 2,1—2,7 mm lățime ; 6,3—9,3 g MMB<br>mari : 5,6—6,2 mm lungime ; 2,8—3,1 mm lățime ; 10—13 g MMB |
| Numărul celulelor fibroase din fasciculul fibros | 10—40 |
| Lungimea fuiorului | 30—120 cm |
| Lungimea fibrelor elementare | 13—30 mm |
| Conținutul de fibre din tulpină | 15—30% |
| Numărul capsulelor la plantă | 8—12 la inul de fuior ; 30—50 la inul de ulei |



Scanned with OKEN Scanner

| Caracterul sau însușirea | Gradul de variabilitate |
|---|---|
| Lungimea perioadei de vegetație<br>soiuri de fuior | foarte timpurii (65—75 de zile)<br>timpurii (76—85 de zile)<br>semitimpurii (83—95 de zile)<br>semitardive (96—105 zile)<br>tardive (peste 105 zile) |
| soiuri de ulei | foarte timpurii (70—75 de zile)<br>timpurii (76—82 de zile)<br>semitimpurii (83—95 de zile)<br>semitardive (96—105 zile)<br>tardive (106—150 zile)<br>foarte tardive (peste 150 de zile) |
| Compoziția chimică a fibrelor | 0,5—1,3% cenușă ; 80—85% celuloză ; 1—2% substanțe pectice ; 1,5—2,0% ceară și substanțe grase |
| Compoziția chimică a semințelor | 30—50% ulei gras ; 20—25% substanțe proteice ; 20—25% nidrați de carbon ; 5—10% celuloză ; 3—5% cenușă |
| Indici de calitate ai uleiului | 168—192 indicele de iod ; 186—195 cifra de saponificare ; 0,5—3,5 cifra de aciditate |
| Rezistența la cădere | nerezistente, mijlocii<br>rezistente |
| Producția de fuior / ha (inul de fuior) | 2 000—7 000 kg/ha |
| Producția de sămînță / ha (inul de ulei) | 1 500—2 500 kg/ha |

La in există următoarele corelații pozitive care se folosesc curent în ameliorare (tabelul 37).

*Tabelul 37*

Corelații la in

| Caracterul sau însușirea | Corelează pozitiv cu : |
|---|---|
| Producția de tulpini și de fibre | Numărul plantelor normal dezvoltate la unitatea de suprafață, lungimea tehnică a tulpinii, conținutul procentual de fibre. |
| Producția de ulei | Numărul plantelor la unitatea de suprafață, producția de sămînță, conținutul procentual de ulei din semințe. |
| Producția de sămînță | Numărul capsulelor pe plantă, numărul semințelor din capsulă, gradul de ramificare. |
| Calitatea fibrelor | Fascicule fibroase compacte, lungimea tehnică a tulpinii, lipsă de ramificare. |
| Calitatea uleiului | Indice de iod ridicat, indice de aciditate scăzut. |



Scanned with OKEN Scanner

În legătură cu formula cariologică, inul prezintă 16 cromozomi în celulele generative *(n)* și 32 cromozomi în celulele somatice (*2n*).

Se cunosc și forme cu un alt număr de cromozomi, variabilitatea cariologică la in fiind foarte mare, între 16 și 86 cromozomi diploizi.

## 4.8. VARIABILITATEA, CORELAȚIILE ȘI CARIOLOGIA LA CARTOF

Deși plantă cu reproducere vegetativă, totuși cartoful prezintă o mare variabilitate. Bogăția în forme a cartofului se datorează numeroaselor soiuri și specii.

Amplitudinea de variație, la cele mai multe soiuri de cartof prezintă următoarele valori :

— lungimea stolonilor — 20—30 cm ;
— forma tufei — erectă, semierectă, prostrată ;
— înălțimea tufei — 30—150 cm ;
— mărimea grăunciorilor de polen — 28—50 microni ;
— numărul semințelor dintr-o bacă — 50—150 ;
— forma tuberculilor — sferică, ovală, rotund-ovală, lung-ovală, reniformă, lungă ;
— culoarea cojii — galbenă, roz, violetă, galben-albă ;
— culoarea miezului sau pulpei — albă, galbenă, vînătă ;
— mărimea tuberculilor — 2—6 cm diametru și 5—15 cm lungime ;
— greutatea unui tubercul — 30—1 000 g ;
— numărul tuberculilor la cuib — 10—20 ;
— așezarea tuberculilor în cuib — compactă, semicompactă, răsfirată ;
— mărimea grăunciorilor de amidon — 70—120 microni ;
— mărimea ochilor — mari, mijlocii, mici ;
— așezarea ochilor pe tubercul — la suprafață, semiadînci, adînci ;
— numărul ochilor la tubercul — 6—20 ;
— rezistența la boli — rezistente, imune, nerezistente ;
— perioada de vegetație — 80 zile — peste 120 zile ;
— conținut de talanină — 2—13 mg% în tubercul ;
— capacitatea de producție — 25 000—50 000 kg.

Dintre corelații amintim : corelația pozitivă dintre producție și numărul, greutatea și mărimea tuberculilor din cuib și la unitatea de suprafață, precum și corelația între capacitatea de producție și energia fotosintetică.



Scanned with OKEN Scanner

Cartoful de cultură *(Solanum tuberosum)*, prezintă 12 cromozomi haploizi sau 24 cromozomi diploizi. Există și specii triploide ($2n=26$), tetraploide ($2n=48$), pentaploide ($2n=60$) și hexaploide ($2n=72$).

## 4.9. VARIABILITATEA, CORELAȚIILE ȘI CARIOLOGIA LA SFECLA DE ZAHĂR

Variabilitatea genetică a caracterelor și însușirilor sfeclei de zahăr se caracterizează printr-o amplitudine de variație foarte mare, așa cum reiese și din valoarea coeficientului de variabilitate prezentată în tabelul 38.

*Tabelul 38*

Valoarea coeficientului de variabilitate la sfecla de zahăr.

| Caracterul sau însușirea cercetată | Valoarea coeficientului de variabilitate |
|---|---|
| Înălțimea plantei | 17,41 |
| Densitatea glomerulelor de pe ramurile principale | 18,41 |
| Densitatea glomerulelor de pe ramurile secundare | 18,54 |
| Numărul florilor dintr-o glomerulă | 19,54 |
| MMB | 24,10 |
| Densitatea tufei | 28,80 |
| Frecvența tulpinii axiale | 49,50 |
| Producția de sămînță | 53,70 |
| Numărul ramurilor florifere | 80,04 |
| Procentul de zahăr | 5,84 |
| Greutatea rădăcinii | 52,00 |
| Raportul masei foliare × greutatea rădăcinii | 73,40 |
| Perioada vegetativă | 4,91 |
| Suprafața de asimilare | 46,05 |
| Mărimea frunzei | 30,58 |
| Numărul frunzelor | 21,95 |

Așa cum rezultă din tabelul 38, unele însușiri de soi sînt strîns legate de genotip, altele stau mult sub influența factorilor externi. Dintre însușirile legate strîns de genotip, de ereditate, amintim: conținutul de zahăr, al cărui coeficient de variabilitate este cel mai mic, numai 5,84%.



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 39*

Corelații pozitive în interiorul clonei, exprimate prin valoarea coeficientului de corelație.

| Însușiri | Suprafața de asimilare | Greutatea rădăcinilor | Suprafața frunzei | Nr. frunzelor | Lungimea peţiolului | Lungimea frunzei | Lățimea frunzei |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Suprafața de asimilare (cm) | — | 0,59 | 0,92 | 0,80 | 0,63 | 0,81 | 0,81 |
| Greutatea rădăcinilor (g) | 0,59 | — | 0,50 | 0,57 | 0,41 | 0,38 | — |
| Greutatea frunzei (g) | — | 0,84 | — | — | — | — | — |
| Suprafața frunzei ($cm^2$) | 0,92 | 0,50 | — | 0,60 | 0,71 | 0,89 | 0,89 |
| Numărul frunzelor | 0,80 | 0,57 | 0,60 | — | 0,46 | 0,55 | — |
| Lungimea peţiolului (cm) | 0,63 | 0,41 | 0,71 | 0,46 | — | 0,65 | 0,63 |
| Lungimea frunzei (cm) | 0,81 | 0,38 | 0,89 | 0,55 | 0,65 | — | 0,70 |

Speciile de sfeclă sînt cuprinse în două grupe ecologice: grupa diploidă $2n=18$ cromozomi, din care face parte și sfecla cultivată, adică *Beta vulgaris*; grupa poliploidă cu $2n=36$ cromozomi, din care fac parte majoritatea speciilor spontane.



Scanned with OKEN Scanner

# 5. HIBRIDAREA, METODĂ GENETICĂ DE AMELIORARE

## 5.1. HIBRIDAREA SEXUATĂ

Hibridarea sexuată permite întrunirea într-un singur organism (individ) a însușirilor și caracterelor valoroase a mai multor indivizi folosiți ca genitori sau forme parentale. Noul organism, obținut prin hibridare, este un *hibrid*, care cumulează sau însumează gene valoroase (zestrea ereditară) de la organismele participante în hibridare. Orice organism provenit de la doi sau mai mulți genitori, deosebiți din punct de vedere ereditar sau genetic este un organism hibrid.

Hibridarea este metoda cu ajutorul căreia se obține cel mai valoros material inițial de ameliorare, cu mare variabilitate genetică, constituind astfel premisa obținerii de forme superioare.

În prezentarea cuplurilor hibride, genitorul matern ♀ se trece primul, notîndu-se cu litera *A*, iar genitorul patern ♂ al doilea notîndu-se cu litera *B*. Astfel, hibridul între acești genitori prezintă formula :

$$♀A \times ♂B$$

Majoritatea hibrizilor, mai ales atunci cînd se aleg genitori corespunzători, prezintă o vitalitate mai mare decît vitalitatea părinților, îndeosebi hibrizii din prima generație hibridă ($F_1$) manifestînd astfel fenomenul heterozis.

Genitorii în ansamblul lor se notează cu litera *P* (părinți) iar descendențele hibride cu *F*. Sămînța hibridă obținută în anul hibridării se notează cu $F_0$, descendența acesteia fiind $F_1$, $F_2$ ..., $F_n$ în funcție de generație.

Prin segregarea hibrizilor începînd cu $F_2$ se obțin și *forme transgresive*, unele dintre ele de mare valoare practică, adică forme care întrunesc la un grad înalt însușirile și caracterele genitorilor, depășindu-i din acest punct de vedere. Formele hibride valoroase se depistează prin selecție, începînd cu generația a doua hibridă, o dată cu segregarea caracterelor.

Deși unele hibridări la plante se făceau încă din antichitate, bazele științifice ale hibridării au fost puse în secolul XVIII, după descoperirea sexelor la plante.



Scanned with OKEN Scanner

Primul hibrid vegetal aparține lui FAIRSCHILD (1717), obținut prin încrucișarea a două specii de *Dianthus*. KÖLREUTER obține, în anul 1760, hibrizi între specii de *Nicotiana (Nicotiana rustica* × *Nicotiana paniculata)*. Urmează numeroase hibridări la plantele de cultură, realizate de către GÄRTNER, MENDEL, GUSS și alții.

Deosebit de importante sînt cercetările lui DARWIN, care stabilesc o serie de recomandări, făcînd constatarea că formele hibride sînt mai viabile și produc descendențe cu vitalitate sporită. Tot DARWIN arată că există forme hibride care prezintă o fecunditate mai mare decît formele obișnuite și scoate în evidență rolul hibridărilor în formarea, dezvoltarea și evoluția speciilor.

Un rol important îl prezintă și cercetările întreprinse de : KHIGHT, care a executat hibridări sexuate la numeroase plante de cultură, reușind să obțină unele soiuri valoroase ; NAUDIN, care de asemenea obține numeroase forme hibride, scoțînd în evidență și modul de comportare hibridă în prima și următoarele generații. NAUDIN a fost un precursor al lui MENDEL, sesizînd unele moduri de transmitere ereditară a caracterelor ; VILMORIN, în a doua jumătate a secolului trecut, scoate în evidență rolul hibridărilor în determinarea variabilității genetice și folosirea lor ca material de selecție ș. a.

În general, în secolul trecut foarte mulți cercetători s-au ocupat cu hibridarea sexuată la plante, stabilind o serie de reguli și făcînd unele constatări științifice, valabile și în zilele noastre.

Folosind hibridarea sexuată intraspecifică la mazăre, MENDEL descoperă primele legi ale eredității, punînd bazele geneticii. Pe de altă parte s-a dezvoltat și genetica aplicată, respectiv crearea de noi soiuri la plantele de cultură, dintre care cele mai multe au fost obținute cu ajutorul hibridării.

Pentru ca în urma hibridării să apară formele dorite este necesar ca genitorii să posede gene valoroase și anume acele gene care determină însușirile și caracterele dorite de ameliorator.

**Metode și categorii de hibridare sexuată.** Metodele și categoriile de hibridare folosite în ameliorarea plantelor se grupează după modul de polenizare, după natura genitorilor și după gradul de înrudire al genitorilor.

a). **După modul de polenizare** deosebim : *hibridare naturală* specifică plantelor la care polenizarea are loc liber, pe cale naturală, fără intervenția omului. La această categorie de hibridare liberă, naturală, polenizarea este entomofilă sau anemofilă ; *hibridarea artificială,* cazul polenizării străine, forțate sau dirijate de om. Este tipul de hibridare folosită curent în ameliorarea plantelor. Se aplică atît la plantele alogame, cît și la autogame. Se numește hibridare artificială, deoarece genitorul matern este obligat să se polenizeze numai cu polen străin, de la un alt genitor impus de om.

Hibridarea artificială prezintă următoarele variante :

— *hibridarea liberă* se folosește la plantele autogame și constă în castrarea florilor de pe inflorescențele materne și lăsarea neizolată pentru a primi pe cale naturală polen de la plantele paterne. Găsește aplicare și la plantele monoice (de pildă porumbul) și dioice (cînepa).



Scanned with OKEN Scanner

Frecvent este folosită hibridarea limitată sau *semiliberă*, care constă în castrarea florilor de la plantele sau inflorescențele materne și închiderea lor sub un izolator, unde introducem 2—3 inflorescențe de la plantele mascule. Polenizarea are loc în interiorul izolatorului unde se află inflorescența ambilor genitori ;

— *hibridarea forțată* este atunci cînd elementul reproducător femel este obligat să se polenizeze cu un anumit element reproducător patern, în care caz pe stigmatul matern se pune o antenă sau grăunciori de polen de la forma paternă. Acest tip de hibridare este foarte mult răspîndit în ultimul timp, fiind utilizat la toate speciile autogame cît și la o serie de specii alogame.

b). **După natura genitorilor participanți la hibridare**

— *hibridarea simplă*, cazul încrucișării sau hibridării a doi genitori sau două forme parentale linii consangvinizate sau soiuri $(A \times B)$. Este tipul cel mai simplu de hibridare. Cele mai valoroase forme hibride rezultă atunci cînd însușirile sau caracterele valoroase se găsesc în stare dominantă la unul din genitori. Hibridarea simplă este mult folosită în ameliorarea plantelor ;

— *hibridarea dublă* constă în hibridarea a doi genitori rezultați și ei fiecare din încrucișarea a altor doi genitori. Pentru obținerea unui astfel de hibrid se încrucișează doi hibrizi simpli, după formula $(A \times B) \times (C \times D)$, primul fiind formă maternă, al doilea formă paternă. Se folosește în obținerea de sămînță dublu hibridă (hibrizi dubli) pentru producție, cum este cazul hibrizilor dubli de porumb.

La plantele autogame hibrizii obținuți în generația întîia hibridă sînt uniformi din punct de vedere genotipic și fenotipic și urmează legile eredității mendeliene, datorită faptului că astfel de plante prezintă o structură genetică homozigotă. Plantele alogame, din contră, prezintă o structură genetică heterozigotă, structură care determină diferențieri genetice individuale, precum și diferențieri specifice de la o generație la alta. În prima generație hibridă se obțin indivizi neuniformi, heterozigoți, iar fenomenul segregării se manifestă încă în $F_1$, nu în $F_2$, cum este cazul plantelor autogame, generațiile hibride fiind populații hibride heterozigote. Aceasta este una din cazurile pentru care în practică se folosesc pentru obținere de forme heterozis genitori pe cît posibil homozigoți. O primă cauză este faptul că prin încrucișarea dintre două forme homozigote, provenite din autopolenizarea repetată a unor plante alogame, se obține un heterozis mult mai pronunțat. Cea de a doua cauză este cea amintită deja, adică faptul că hibrizii simpli și dubli proveniți din încrucișarea unor linii consangvinizate (linii considerate practic homozigote) prezintă o uniformitate mult mai mare, ce conferă unele avantaje incontestabile ;

— *hibridarea reciprocă* constă în schimbarea rolului genitorilor într-o hibridare. Acest lucru se prezintă astfel : ♀ $A \times$ ♂ $B$ (hibrid direct) și ♀ $B \times$ ♂ $A$ (hibrid reciproc). În cazul în care se efectuează hibridarea reciprocă, numărul de combinații posibile se dublează. De aceea hibridările reciproce nu se practică decît în cazul în care interesează manifestarea unor caractere determinante de gene din citoplasmă. De asemenea, hibridarea reciprocă se mai folosește în cazul unor hibrizi îndepărtați, cînd prin



Scanned with OKEN Scanner

schimbarea locului genitorilor se poate înlătura intersterilitatea formelor parentale sau sterilitatea hibridului $F_1$ sau cazul în care astfel de hibridări determină apariția unor fenomene particulare, cum ar fi androsterilitatea ;

— *hibridare triplă* constă în încrucișarea unui hibrid simplu din prima generație cu un soi sau linie consangvinizată, după schema : $F_1(A \times B) \times C$. Hibridul simplu ($F_1$) poate fi un hibrid între două soiuri sau între două linii consangvinizate, iar forma paternă poate fi un soi sau o linie consangvinizată ;

— *hibridare complexă* constă în încrucișarea unei forme materne cu amestec de polen de la mai multe forme paterne cu sau fără participarea polenului matern. Sub această denumire se mai înțelege și încrucișarea unui hibrid dublu cu unul simplu sau încrucișarea între doi hibrizi dubli.

$$[(A \times B) \times (C \times D)] \cdot [(E \times F)],$$

sau

$$[(A \times B) \times (C \times D)] \cdot [(E \times F) \times (G \times H)].$$

Încrucișarea unei forme cu amestec de polen de la mai multe forme se folosește mai ales la plantele alogame : secară, porumb, cînepă.

Încrucișarea hibrizilor dubli cu hibrizi simpli sau a hibrizilor dubli între ei se utilizează la plantele autogame cu scopul de a obține populații complexe din care să se poată alege biotipuri valoroase ;

— *hibridarea ciclică* este folosită pentru determinarea capacității combinative generale. Constă în hibridarea sau încrucișarea unei linii (genitor), pe rînd, cu toate celelalte linii din grup. De pildă, la grupul de linii *A, B, C, D, E* pentru testarea capacității combinative generale, acestea se încrucișează cu testerul (*T*) astfel : $A \times T$ ; $B \times T$ ; $C \times T$ ; $D \times T$ ; $E \times T$. Linia sau soiul cu care se hibridează toate celelalte linii poartă denumirea de *analizator* sau *tester* ;

— *hibridarea dialelă* constă în încrucișarea unui grup de linii consangvinizate sau soiuri, de pildă *A, B, C, D, E* cu fiecare din grupul respectiv, după formula : $A \times B$ ; $A \times C$ ; $A \times D$ ; $A \times E$ ; $B \times C$ ; $B \times D$ ; $B \times E$ ; $C \times D$ ; $C \times E$ ; $D \times E$. Numărul combinațiilor posibile este destul de mare, în funcție de numărul liniilor din grup și se deduce din relația : $C_p = \frac{(n-1)}{2}$, în care $C_p$ este numărul combinațiilor posibile, $n$ — numărul genitorilor sau liniilor folosite pentru hibridarea dialelă. În cazul în care se fac și hibridări reciproce, numărul combinațiilor posibile este $C_p = n(n-1)$. Se folosește în aprecierea biologică a liniilor consangvinizate și selecția acestora. Hibridarea dialelă este metoda de determinare a capacității combinative specifice a liniilor respective, urmînd ca cele mai bune să servească ca genitori pentru obținerea hibrizilor simpli.

Liniile cu capacitate combinativă ridicată produc hibrizi cu un pronunțat efect de heterozis.

În cazul alegerii genitorilor sau formelor parentale, cu cît capacitatea combinativă generală a unui soi este mai mare cu atît soiul respectiv este mai indicat pentru hibridări. Soiurile sau liniile consangvinizate cu



Scanned with OKEN Scanner

capacitate combinativă specifică mare produc hibrizi simpli și apoi hibrizi dubli cu valoare biologică mare manifestînd în grad accentuat fenomenul heterozis.

— *hibridarea în masă* sau poly-cross se folosește la plantele furajere perene, ca lucerna, trifoiul și diferite specii de ierburi, precum și la plantele anuale și bienale care se pretează la clonare. Metoda poly-cross constă în alegerea sau selecția unui număr de plante unice din materialul inițial care se înmulțesc pe cale vegetativă, stabilindu-se grupa de indivizi valoroși (clone). Grupele de indivizi astfel obținuți se plantează separat, cu distribuție randomizată, adică la întîmplare. Așezarea întîmplătoare permite ca fiecare grupă de indivizi dintr-o clonă să primească polen de la cît mai multe clone. În cazul plantelor anemofile, fiecare clonă va fi polenizată în primul rînd cu polen de la clonele vecine și în mai mică măsură cu polen de la celelalte clone. În cazul plantelor entomofile, fiecare clonă va fi polenizată cu polen de la majoritatea clonelor. Sămînța de la fiecare clonă se recoltează separat, folosindu-se pentru culturi comparative. Pe baza rezultatelor obținute în culturi comparative se aleg clonele cele mai bune care se polenizează în masă întocmai ca mai sus. În afară de aceasta, clonele cele mai valoroase se amestecă (sămînța respectivă), constituind materialul de bază pentru crearea de soiuri sintetice și pentru extragerea de noi clone, cu care să reîncepem procesul de ameliorare.

Metoda hibridării în masă ne permite în același timp să stabilim clonele bogate în polen care pot servi ulterior la polenizarea în masă ;

— *hibridarea în perechi* este eficientă în special pentru îmbunătățirea unor caracteristici cantitative. Metoda constă în încrucișarea controlată a doi cîte doi indivizi care aparțin unor populații (soiuri) diferite și care au fost selecționați pe baza însușirilor pozitive. Descendențele perechilor se verifică în culturi comparative și cele mai bune combinații se vor semăna într-un cîmp izolat în spațiu pentru înterpolenizarea liberă. Pentru evitarea efectelor consangvinizării, în generațiile următoare se vor forma din nou perechi cu parteneri diferiți ca origine, a căror descendențe vor fi din nou verificate în culturi comparative. În final, combinațiile cu producția cea mai mare se vor amesteca, realizîndu-se un soi superior ca producție.

La speciile de cultură a căror însușiri urmărite pot fi determinate numai după înflorire este necesar un număr foarte mare de perechi (5 000—10 000) și de descendențe verificate (cca 500—1 000). Pentru verificarea primei descendențe ($F_1$) se poate folosi metoda rezervei de sămînță. Cele mai bune descendențe $F_1$ se amestecă și se înmulțesc, formînd baza unui nou ciclu de perechi ;

— *hibridarea repetată (retroîncrucișare, back-cross).* Se știe că în cazul hibridării simple, teoretic, participarea celor doi genitori la realizarea patrimoniului ereditar al hibridului este egală și situația este avantajoasă în cazul în care ambii genitori sînt valoroși.

În cazul în care este necesară îmbunătățirea unui soi deosebit de valoros, dar deficient în unele caracteristici, se va aplica hibridarea regresivă sau back-cross-ul. Prin această metodă, noul soi obținut nu se va deosebi de cel inițial decît prin faptul că posedă și caracteristicile valoroase în care era deficitar.



Scanned with OKEN Scanner

Back-cross-ul reprezintă, deci, *o metodă de ameliorare care constă în încrucișarea repetată a unui hibrid $F_1$ cu unul din părinți (părintele recurent), folosindu-se pentru fiecare încrucișare succesivă doar indivizi care se aseamănă cît mai mult cu părintele recurent, dar care au moștenit de la celălalt părinte (părinte donator) anumite gene al căror transfer se urmărește* (GIOSAN și CEAPOIU, 1968).

*Prin urmare, pentru încrucișarea originală se vor folosi doi părinți,* unul *recurent* (soiul foarte valoros) și altul *donator* sau nerecurent (de la care se urmărește transferarea genei sau genelor în care soiul valoros este deficitar). Apoi hibridul $F_1$ se va încrucișa repetat doar cu părintele recurent, reconstituindu-se genotipul părintelui recurent.

Indicarea generațiilor back-cross se face prin diverse simboluri, ca de pildă : simbolul BC însoțit de un indice care nominalizează numărul de încrucișări repetate ($BC_5$) ; un indice lîngă soiul recurent ($A_2B$) etc. În cazul în care se intercalează și autopolenizări, numărul acestora se va indica printr-o cifră înscrisă în paranteză.

Această metodă a fost aplicată la plante abia începînd cu anul 1922, în special pentru îmbunătățirea unor soiuri valoroase în privința rezistenței la boli. Astăzi, back-cross-ul găsește o largă utilizare în transferarea diferitelor caractere sau însușiri, mai ales a acelora care se moștenesc simplu (sînt determinate monogenic sau de un număr mic de gene) și sînt ușor indentificabile. Metoda a dat bune rezultate chiar și în cazul hibridărilor îndepărtate, fiind folosită pentru eliminarea sterilității hibrizilor $F_1$, cît și pentru refacerea caracteristicilor speciei cultivate în cazul în care aceasta se încrucișează cu forme sălbatice.

Folosirea back-cross-ului ca metodă de ameliorare prezintă cîteva avantaje speciale, dintre care amintim : îmbunătățirea se face pas cu pas iar acumulările precedente nu se pierd ; programul de ameliorare prin back-cross poate fi desfășurat în mod independent față de mediu (se pot folosi chiar serele pentru cultură) ; nu este necesară evaluarea soiurilor nou obținute, sub aspectul capacității de producție ; metoda este rapidă, predictibilă și repetabilă și necesită un număr redus de plante (BRIGGS și KNOWLES, 1967).

Pentru a obține rezultate bune prin folosirea acestei metode se cere însă : folosirea unui părinte recurent foarte valoros, care trebuie îmbunătățit doar în privința unuia sau cîtorva caracteristici ; identificarea unui soi donator care să posede caracteristica necesară părintelui recurent ; efectuarea unui număr satisfăcător de back-cross-uri, încît să se asigure reconstituirea genotipului părintelui recurent.

În ameliorarea plantelor se folosesc următoarele variante de back-cross :

— *back-cross-ul simplu* se folosește pentru a ameliora un soi cultivat valoros dar care prezintă cîteva însușiri necorespunzătoare (părinte recurent). Acesta se încrucișează cu un soi donator, care posedă caracterele absente la soiul recurent. Apoi, hibridul $F_1$ se retroîncrucișează o singură dată cu soiul recurent, obținîndu-se o variabilitate destul de mare pentru a asigura o selecție eficientă, mai ales dacă se va folosi pentru back-cross un număr mare de indivizi $F_1$.



Scanned with OKEN Scanner

Populația hibridă obținută prin back-cross se înmulțește pînă în $F_2$, cînd desfășurarea procesului de ameliorare depinde de metoda de prelucrare a materialului hibrid folosit (pedigreu sau selecția tardivă). Indiferent de metoda aleasă, selecția se va desfășura în direcția reținerii exemplarelor și descendențelor care sînt asemănătoare cu soiul recurent, dar care au în plus însușirile valoroase de la soiul donator ;

— *back-cross-ul repetat* (încrucișarea recurentă sau regresivă) se folosește cînd într-un soi cu însușiri superioare (părinte recurent) se urmărește introducerea unei singure însușiri de la o altă formă (părinte donator). Prin utilizarea a 5—6 back-cross-uri se asigură obținerea unui soi asemănător părintelui recurent, dar care are inclusă și însușirea de la părintele donator.

Back-cross-ul repetat este în prezent metoda care face posibilă încorporarea unei gene (în special de rezistență la boli) de la un soi la altul.

— *back-cross-ul în trepte* permite îmbunătățirea unui anumit soi (linie), folosit ca părinte recurent prin transferul mai multor caractere de la mai mulți părinți donatori.

Folosirea back-cross-ului ca metodă de ameliorare impune o bună informare asupra formelor parentale folosite, dar mai ales cu privire la caracterul sau însușirea ce urmează a fi transferată. Determinismul genetic, modul de moștenire, cît și gradul de eritabilitate al caracterului sau însușirii ce trebuie transferată sînt elementele care determină particularitățile de aplicare ale acestei metode.

Folosirea back-cross-ului determină reducerea proporției genotipului donator în populația hibridă.

Proporția homozigoților în populația hibridă, prin aplicarea back-cross-ului, crește la fel ca și în cazul autopolenizării și anume potrivit formulei

$$\frac{(2^m-1)^n}{2^m}$$

în care : $m$ este numărul de back-cross-uri, $n$ — numărul perechilor de alele heterozigote.

Deosebirea constă în aceea că în timp ce după autopolenizare în generațiile segregante numai jumătate dintre homozigoți posedă genotipul dorit, după back-cross toți homozigoții au genotipuri dorite (ne referim desigur la cazul în care o singură pereche de alele este heterozigotă).

Cunoscînd proporția genotipurilor homozigote, care se realizează prin back-cross, se poate stabili numărul de back-cross-uri necesar în vederea realizării homozigoției pentru genele părintelui recurent.

Numărul de back-cross-uri folosit în ameliorare variază cel mai adesea între 3—10. De altfel, se poate observa și din tabelul 40 că după 6—7 back-cross-uri, la 10—20 gene, cca 80% din plante sînt homozigote asemănătoare părintelui recurent. Atunci cînd există mai multe perechi de gene diferite, sînt necesare desigur mai multe back-cross-uri.

BRIGGS și ALLARD (1953) au folosit frecvent 5—6 back-cross-uri. Ei au făcut selecția strict pentru părintele recurent încă din primele ge-



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul* 40

Procentul de plante homozigote de tipul genitorului recurent realizat prin back-cross în funcție de numărul perechilor de alele heterozigote (HAYES și colab. 1955).

| Numărul perechilor de gene (n) | Numărul generațiilor back-cross (m) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 50 | 75 | 88 | 94 | 97 | 98 | 99 | 100 | 100 | 100 |
| 5 | 3 | 24 | 51 | 72 | 85 | 92 | 96 | 98 | 99 | 100 |
| 10 | — | 6 | 26 | 52 | 73 | 85 | 92 | 96 | 98 | 99 |
| 15 | — | 1 | 13 | 38 | 62 | 79 | 89 | 94 | 97 | 99 |
| 20 | — | — | 7 | 28 | 53 | 73 | 85 | 92 | 96 | 98 |
| 30 | — | — | 2 | 14 | 39 | 62 | 79 | 89 | 94 | 97 |
| 40 | — | — | — | 8 | 28 | 53 | 73 | 86 | 92 | 96 |
| 50 | — | — | — | 4 | 20 | 46 | 68 | 82 | 91 | 95 |
| 75 | — | — | — | — | 9 | 31 | 56 | 75 | 86 | 93 |
| 100 | — | — | — | — | 4 | 21 | 46 | 68 | 82 | 91 |

nerații și au considerat că în felul acesta s-a realizat echivalentul a două back-cross-uri adiționale.

Unii amelioratori preferă să efectueze maximun trei back-cross-uri care, consideră ei, sînt suficiente să reconstituie părintele recurent în mare măsură și totodată să rămînă și o variabilitate considerabilă pe baza căreia se pot selecționa forme superioare părintelui recurent cu privire la adaptare și capacitate de producție. După cel de al treilea back-cross, materialul este prelucrat prin metoda pedigreului sau selecției tardive.

Posibilitatea de a se indentifica în generațiile segregante, după back-cross, indivizi homozigoți de tipul recurentului depinde de numărul genelor heterozigote afectate și numărul back-cross-urilor.

Cînd numărul genelor heterozigote este mic, posibilitatea selecției unor indivizi homozigoți este mare chiar în populații mici. În cazul unui număr mai mare de loci heterozigoți este necesar însă ca populația în care se aplică selecția să fie mai mare. Indiferent de situație, populația rezultată în urma back-cross-ului, necesară pentru selecția unui individ homozigot (în cazul genelor independente) este incomparabil mai mică față de populația necesară în cazul în care se aplică metoda pedigreului (tabelul 3).

*Folosirea metodei back-cross la transferarea unei caracteristici determinate monogenic.* Metoda back-cross se aplică în special în cazul transferării unor caracteristici determinate monogenic, cu mare eritabilitate și ușor de indentificat.

Cînd caracterul care trebuie transferat de la un donator este determinat de o *genă dominantă* (deci se manifestă în fiecare generație la indivizii care o posedă), back-cross-ul se va aplica fără nici o întrerupere pînă la reconstituirea părintelui recurent, desigur cu excepția genei caracterului transferat de la părintele donator.



Scanned with OKEN Scanner

MUREȘAN și CRĂCIUN (1971) exemplifică folosirea acestei metode în cazul transferării genei de rezistență la rugina galbenă (RR) de la un soi recurent nerezistent dar foarte valoros.

Aplicarea metodei back-cross se realizează după schemă din tabelul 41.

*Tabelul 41*

Numărul descendenților la care revine o plantă homozigotă asemănătoare

| Metoda | Numărul perechilor de gene | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| $F_1$ (autofecundare) ($4^n$) | 4 | 16 | 64 | 256 | 256 | 4 096 | 16 384 | 65 536 | 262 144 | 1 048 576 |
| $F_1$, back-cross-at cu homozigotul dominant ($2^n$) | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 | 256 | 512 | 1 024 |
| al doilea back-cross | — | 2 | 2 | 3 | 4 | 7 | 9 | 12 | 15 | 18 |

În acest sens se aleg părinții astfel : genitorul recurent, pentru adaptarea sa agronomică și economică în zonă *(rr)*, iar donatorul pentru că posedă într-un grad înalt caracteristica de rezistență *(RR)* care nu este prezentă la părintele recurent.

Se efectuează încrucișarea originară *(RR×rr)*. Generația $F_1$ rezultată din încrucișarea originară este heterozigotă pentru rezistență *Rr* (domină *R*). Se execută încrucișarea bacterozigotului *(Rr)* cu soiul recurent *(rr)*, realizîndu-se primul back-cross. Descendența după primul back-cross segregă în două genotipuri cu frecvență egală : 50% *Rr* (plante rezistente) și 50% *rr* (plante susceptibile). Plantele heterozigate *Rr* rezistente, în lipsa atacului natural, pot fi indentificate prin inoculare artificială.

Plantele rezistente $Rr_1$ se back-cross-ează a doua oară cu soiul recurent *rr*. Plantele *($Rr_2$)* segregă în indivizi rezistenți și succeptibili în aceeași proporție 1 : 1.

Indivizii rezistenți se selecționează și se back-cross-ează din nou cu recurentul. Back-cross-area se repetă de 3—8 ori, pînă la obținerea unor descendenți identici recurentului, cu excepția genei pentru rezistență.

Plantele obținute după back-cross-ul final sînt heterozigote în locusul pentru rezistență (*Rr*). Pentru a obține gena de rezistență în stare homozigotă, plantele se autopolenizează. Autopolenizarea determină segregarea în două fenotipuri : plante rezistente cu structură $RR\left(\frac{1}{4}\right)$ și $Rr\left(\frac{1}{2}\right)$ cît și plante nerezistente $\left(\frac{1}{4}\right)$. Prin repetarea autopolenizării și selecției se păstrează doar plantele asemănătoare soiului recurent rezistent (*RR*). Cînd se transferă o caracteristică controlată de o genă parțial dominantă (semidominantă), este suficientă o singură autopolenizare, deoa-

rece prin segregare apar trei fenotipuri : două cu gene homozigote și unul heterozigot semidominant.

În final, un număr oarecare de linii, homozigote pentru caracteristica transferată de la donator și foarte asemănătoare cu recurentul se amestecă, se înmulțesc și se predau în producție pentru a înlocui varianta originară a soiului recurent. Noile soiuri sau linii păstrează numele tipului originar comercial, la care se adaugă anul în care s-a încheiat îmbunătățirea prin back-cross a noului soi.

În cazul în care caracterul care urmează a fi transferat este controlat de o *genă recesivă*, desfășurarea schemei de ameliorare se complică, deoarece genele recesive se manifestă fenotipic doar în stare homozigotă. Prin urmare, heterozigoții nu pot fi identificați pentru a fi folosiți la retroîncrucișare în fiecare generație și de aceea back-cross-ul nu se va mai putea aplica neîntrerupt, ci doar alternînd cu autopolenizarea în diferite moduri și anume :

— *după fiecare back-cross* se intercalează o generație de autopolenizare. În descendență rezultată prin autopolenizare are loc segregarea și se poate face selecția indivizilor ce posedă caracterele recurentului, precum și caracterul recesiv de la donator. Acești indivizi se vor folosi apoi ca părinți în retroîncrucișarea cu recurentul ;

— *după fiecare back-cross,* toate plantele, deci atît cele homozigote dominante (*AA*) cît și cele heterozigote (*Aa*), se polenizează cu părintele recurent dar și cu cel donator, folosind inflorescențe diferite de pe aceeași plantă. În acest mod în anul următor se vor putea indentifica heterozigoții (*Aa*), deoarece aceștia segregă în descendență. Homozigoții dominanți nu segregă și deci se elimină. Plantele heterozigate se rețin se back-cross-ează din nou și parțial se autopolenizează. Numărul plantelor retroîncrucișate va trebui să fie de două ori mai mare decît în cazul transmiterii factorului dominant, deoarece jumătate din descendența unui back-cross se elimină ;

— *se efectuează 1—4 back-cross-uri* și apoi se aplică prima autopolenizare pentru a determina segregarea. În asemenea cazuri, genele recesive se pot pierde dacă nu se folosește un număr mult mai mare de plante pentru hibridare, știut fiindcă back-cross-ul reduce la jumătate în fiecare generație numărul plantelor care posedă gena recesivă dorită.

Numărul de indivizi care trebuie retroîncrucișați, pentru a păstra probabilitatea existenței indivizilor cu gena recesivă după fiecare back-cross, este prezentat în tabelul 42.

Tabelul 42

Numărul de plante care trebuie back-cross-ate pentru păstrarea indivizilor cu gena recesivă dorită după fiecare back-cross

| Nivelul probalității | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | $B_6$ | $B_7$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,99 | 4,3 | 7,4 | 10,4 | 22,4 | 46,3 | 95 | 191 |
| 0,95 | 6,6 | 11,4 | 16,0 | 34,5 | 71,2 | 146 | 296 |



Scanned with OKEN Scanner

*Folosirea metodei back-cross la transferarea mai multor caracteristici determinate monogenic.* Metoda back-cross permite ameliorarea unui soi recurent valoros în privința mai multor caracteristici și însușiri, care se transferă de la donatori diferiți.

În acest scop, părintelui recurent (*A*) i se transferă prin back-cross un caracter de la părintele donator (*B*). Soiul îmbunătățit se introduce într-un alt program de ameliorare prin back-cross folosind un alt donator (*C*) pentru altă caracteristică ș.a.m.d. Tipul de back-cross realizat este back-cross-ul în trepte.

Un asemenea program a fost folosit de BRIGGS și colab. (1953) pentru ameliorarea soiului recurent Baart în privința rezistenței la mălură și rugina neagră. Astfel, acestui soi recurent i s-a transferat rezistența la mălură de la soiul Martin, obținîndu-se soiul Baart 35, căruia într-o următoare etapă i s-a transferat rezistența la rugina neagră de la soiul Hope, obținîndu-se soiul Baart 38.

Pentru scurtarea programului de ameliorare, soiul recurent poate fi retroîncrucișat concomitent cu mai mulți donatori, iar produșii finali încrucișați între ei pentru concentrarea caracteristicilor într-un soi (NEAGU MARIA, 1974).

Efectuînd back-cross-ul cu același părinte recurent pe mai multe surse de gene de rezistență la boli, se pot obține mai multe linii, morfologic asemănătoare, deosebite numai prin diferitele gene de rezistență pe care le poartă. Din amestecul acestor linii se obțin *soiuri multiliniare* sau *compuse*, care oferă o mai bună protecție împotriva modificării spectrului raselor agenților patogeni.

Pentru amestec, se aleg 6—18 linii diferite genetic în privința rezistenței la diferitele rase fiziologice ale aceluiași agent patogen (de exemplu *Puccinia graminis*).

La apariția unei noi rase se vor introduce în amestec una sau mai multe linii rezistente care vor înlocui pe cele atacate.

*Folosirea metodei back-cross la transferarea unor caracteristici condiționate poligenic.* Transferarea prin back-cross a unor caractere condiționate poligenic (capacitatea de producție, talia plantei, durata de vegetație, mărimea bobului etc.), deși posibilă, este dificilă datorită eritabilității în general scăzute a acestor caracteristici cantitative, cît și greutății de identificare a combinațiilor căutate în populațiile segregante.

Desfășurarea programului de ameliorare prin back-cross în acest caz cuprinde mai multe cicluri, fiecare constînd în retroîncrucișarea hibridului $F_1$ cu părintele recurent, autopolenizarea descendenței rezultate în urma primul basck-cross și obținerea generației $F_2$ în care se efectuează selecția pentru tipul recurentului și caracterul de la donator.

Al doilea ciclu presupune un nou back-cross cu părintele recurent, care se va efectua numai în cadrul descendenței plantelor selecționate în $F_2$ (deci în $F_3$).

Se ajunge astfel ca după cîteva generații de back-cross să se obțină segregante care posedă caracterele valoroase ale recurentului, dar și caracterul soiului donator. Segregantele se autopolenizează și apoi se efectuează

selecția formelor homozigote care reprezintă noul soi ameliorat în privința caracterului cantitativ respectiv.

Obișnuit, la tipul îmbunătățit caracteristica transferată nu are aceeași intensitate de manifestare ca la părintele donator.

*Folosirea metodei back-cross la transferarea unor caracteristici controlate de plasmogene.* În cazul transferării unor caracteristici controlate de factori ereditari citoplasmatici (ca de pildă androsterilitatea nucleocitoplasmatică și citoplasmatică), la aplicarea acestei metode se va ține cont că numai gametul femel posedă citoplasmă, iar gametul mascul conține doar materialul nuclear. Situația impune folosirea donatorului numai ca partener matern pentru a se asigura transferul la hibrid a caracteristicii condiționată de plasmogenă. Și în continuare, descendențele $F_1$ și $BC_1 \ldots BC_n$ vor fi folosite ca partener matern, iar soiul recurent doar ca partener patern.

Prin efectuarea a 4—6 back-cross-uri succesive se va reconstitui cu mare fidelitate genotipul recurentului, dar care va conține caracterul determinat de factorul citoplasmatic.

c. **După gradul de înrudire al formelor parentale,** hibridările sînt : apropiate și îndepărtate. Hibridările apropiate (intraspecifice) cuprind încrucișări între forme aparținînd aceleiași specii (linii, familii, soiuri, linii consangvinizate, ecotipuri etc.). Acest tip de hibridare este cel mai des folosit în ameliorare datorită faptului că este ușor de realizat și nu este însoțit de fenomene de intersterilitate a formelor parentale sau de sterilitate a hibrizilor.

— *Hibridările îndepărtate* cuprind încrucișările între forme aparținînd unor specii diferite (interspecifice) sau unor genuri diferite (intergenerice). Acest tip de hibridare se folosește în ameliorare atunci cînd anumite obiective nu pot fi realizate prin hibridare apropiată. La realizarea hibridărilor îndepărtate apar dificultăți datorate intersterilității formelor parentale sau sterilității hibrizilor în $F_1$.

Intersterilitatea formelor parentale rezultă din deosebirile morfo-fiziologice sau genetice existente între sistemele reproducătoare ale acestora și care provoacă perturbări în procesul fecundării și formării semințelor. Dintre aceste perturbări menționăm următoarele : polenul nu poate germina ; polenul deși germinează nu poate străbate stigmatul pentru a ajunge la ovul ; gametul mascul nu se poate uni cu oosfera pentru a forma zigotul ; sămînța nu germinează ; plantele nu pot ajunge la maturitate etc.

Pentru îndepărtarea intersterilității se utilizează : hibridarea reciprocă ; substanțe stimulatoare de creștere ; dublarea numărului de cromozomi ; embriocultura (transplantarea embrionilor detașați de endosperm, după formarea lor, pe medii de cultură speciale pentru a elimina incompatibilitatea ce apare între embrion și endosperm).

Sterilitatea hibrizilor din $F_1$ apare ca rezultat al lipsei de împerechere a cromozomilor proveniți de la formele parentale și a repartizării neregulate la cei doi poli ai fusului nuclear în timpul meiozei.

Refacerea fertilității hibrizilor se face prin back-cross și prin dublarea numărului de cromozomi ai hibridului din $F_1$.



Scanned with OKEN Scanner

Hibridarea îndepărtată prezintă o importanță deosebită pentru ameliorarea plantelor, pentru că dă posibilitatea utilizării fondului de gene existent în special la formele spontane înrudite. Cu ajutorul hibridărilor îndepărtate (interspecifice și intergenerice) se pot ameliora mai ales rezistența la factorii de mediu nefavorabili, rezistența la boli și dăunători, adaptabilitatea la terenurile sărace, plasticitatea ecologică etc. La unele specii de cultură, hibridările îndepărtate contribuie și la îmbunătățirea altor caracteristici (calitatea glutenului la secară se poate ameliora prin hibridare intergenerică cu grîul), precum și la transferarea unor însușiri speciale (androsterilitate, monogermie etc.).

Materialul hibrid rezultat prin hibridarea îndepărtată nu se folosește în mod direct în crearea de noi soiuri, datorită unor dificultăți serioase care apar, și anume : instabilitatea citologică și genetică a acestora ; numeroasele caractere și însușiri nevaloroase ce se transmit la hibrizi de la forma spontană (tardivitate ; capacitate scăzută de producție ; talie înaltă, neuniformitate etc.).

De aceea, hibrizii îndepărtați sînt folosiți indirect în ameliorare, prin introducerea lor în programele de ameliorare ca genitori. Oricum, folosirea acestor hibrizi în ameliorare prelungește mult durata procesului de ameliorare, pentru că se impune în prealabil eliminarea însușirilor nedorite.

Reușita hibridărilor îndepărtate este strîns legată de omologia genomurilor formelor parentale, dar și de diferențele privind treapta de ploidie a acestora. În tabelul 43 se exemplifică cîteva cazuri mai frecvent întîlnite în astfel de hibridări.

Pe lîngă obiectivul principal urmărit, de a introduce sau încorpora în formele de cultură anumite caracteristici existente de la speciile și genurile înrudite, hibridarea îndepărtată este utilizată și pentru obținerea de *alopoliploizi* care să îmbine genomurile de la două sau mai multe specii.

*Tabelul 43*

Nivelul de fertilitate al hibrizilor îndepărtați în funcție de omologia genomurilor și treapta de ploidie a formelor parentale

| Nr. și omologia genomurilor formelor parentale | Numărul de cromozomi | Nivelul de fertilitate al hibrizilor | EXEMPLE |
|---|---|---|---|
| Genomuri omologate | același | fertilitate totală | T. durum (AABB) ($2n=28$) × T. turgidum (AABB) ($2n=28$) → $F_1$ (AABB) $2n=28$ |
| | diferit | sterilitate | Sfecla de zahăr (AA) ($2n=18$) × Sfecla de zahăr (AAAA) ($2n=36$) → $F_1$ (AAA) $2n=27$ (triploizi) |

*Tabel 43* (continuare)

| Nr. și omologia genomurilor formelor parentale | Numărul de cromozomi | Nivelul de fertilitate al hibrizilor | EXEMPLE |
|---|---|---|---|
| Genomuri omoloage și neomoloage | diferit | fertilitate parțială | T. aestivum × T. durum<br>(AABBDD) (AABB)<br>($2n=42$) ($2n=28$)<br>$F_1$<br>(AABBD) (7″A+7″B+7′D)<br>($2n=35$)<br>Gameții 14 . . . 21 cromozomi<br>Se vor elimina formele aneuploide și vor rămîne formele cu număr de cromozomi al tipurilor parentale, dar cu însușiri recombinate prin corssing-over |
| Genomuri semiomoloage (omeologe) | același sau diferit | condiționat fertilitatea parțială | Nulisomii pentru perechea 5 B de la T. aestivum × T. monococum ; împerecheri între cromozomii omologi (genomul A) și recombinări |
| Genomuri neomoloage | același sau diferit | sterilitate totală | În meioză cromozomii univalenți și gameții ce se formează sînt nefuncționali<br>Hibrizii obținuți sînt sterili. Pot fi menținuți însă la plantele cu înmulțire vegetativă |

## 5.2. HIBRIDAREA CELULARĂ SAU ASEXUATĂ

Hibridarea sexuată se limitează la formele hibride intraspecifice, interspecifice și intergenerice, cu efecte și limite practice specifice.

Puține sînt formele hibride sexuate îndepărtate cu însușiri practice, economice. Dintre formele hibride sexuate cu utilizare practică amintim : forma *Triticale*, specie artificială obținută prin hibridare sexuată între *Triticale* × *Secale*, urmată de dublarea numărului de cromozomi, *Tyfonul*, hibrid între napul de miriște (*Brassica napus*) și varza creață chinezească (*B. chinensis*), *Perko*, hibrid între *B. chinensis* și *B. campestris*, *Buko*, hibrid complex (*B. rapa v. oleifera* × *B. chinensis*) × *B. napus* și *Noko* hibrid între Perko și Buko. Celelalte serii de încrucișări realizate între grîu și alte specii, cum ar fi : *Aegilops* sau *Agropyron*, între porumb și *Euchlena mexicana*, prin care de fapt se urmărește încorporarea unor gene de rezistență de la plantele sălbatice în plantele de cultură, au dus la fenomene de in-



Scanned with OKEN Scanner

compatibilitate datorită asinapsei. În marea majoritate a cazurilor, hibridările sexuate între genuri diferite nu au nici un fel de șanse de reușită.

Dezvoltarea tehnicilor de embrioculturâ au dus la obținerea unor hibrizi îndepărtați, dar aceștia nu prezintă decît foarte rar o importanță cît de cît practică.

Unirea într-un singur tot a unor genuri diferite s-a reușit în ultimul timp prin efectuarea de hibridări celulare. Aceste hibridări constau în fuzionarea celulelor somatice ce aparțin cel puțin genurilor diferite.

Realizate prima oară la animale, hibridările celulare prezintă o importanță covîrșitoare și la plante.

Pentru realizarea unor astfel de hibridări la plante a fost nevoie în primul rînd de învingerea unei deosebit de dificile bariere, și anume, distrugerea peretelui celular pecto-celulozic. Celulele vegetale fără perete celular se numesc protoplaști.

Obținerea de protoplaști este de fapt o realizare veche, datînd din 1880 cînd HANSTEIN reușește izolarea mecanică a acestora prin plasmoliză și microdisecție. Dar, înlăturarea peretelui pectocelulozic prin astfel de metode traumatizează întreaga celulă. Acest lucru corelat cu lipsa posibilităților de menținere în cultură a unor astfel de celule și lipsa unor obiective concrete de utilizare a lor face ca în perioada respectivă să nu existe nici un fel de interes pentru acești protoplaști.

Interesul pentru protoplaști renaște brusc cînd se pun la punct metodele de creștere *in vitro* a unei astfel de celule, corelate cu stabilirea capacității totipotente a celulelor vegetale și cu descoperirea lui COCKING (1960), făcută la tomate, privind posibilitatea folosirii enzimelor, în speță a celulazelor, pentru digerarea peretelui celular.

De atunci descoperirile și perfecționările realizate permit concretizarea unor tehnici destul de precise și operative în privința preparării și culturii protoplaștilor (CRĂCIUN, 1983).

În acest sens s-a constatat că cele mai bune surse de protoplaști sînt culturile de celule în faza de creștere activă care pot fi menținute prin clonare succesivă (subculturi), cît și celulele mezofilului foliar prelevate din frunzele proaspete ale plantelor tinere.

De asemenea, o importanță cu totul excepțională, o prezintă grăunciorii de polen.

Încercări de folosire pentru hibridări celulare a protoplaștilor obținuți prin astfel de metode sînt numeroase. Rezultate practice sînt însă puține. Printre acestea menționăm :

— hibrizi interspecifici în cadrul genurilor *Nicotiana, Petunia, Datura, Daucus, Solanum ;*

— hibrizi intergenerici ; *Daucus×Aegopodium, Petunia hybrida×Nicotiana tabacum, Pisum sativum×Centaurea cyanus* etc.

Obținerea de protoplaști vegetali sugerează ideea posibilității fuzionării acestora. În acest fel poate fi concretizată dorința realizării și obținerii de hibrizi interspecifici și intergenerici care nu puteau fi obținuți pe cale sexuată.

Un prim astfel de hibrid a fost obținut în anul 1966 la *Fusarium culmorum* în urma fuzionării protoplaștilor obținuți din mutante diferite.



Scanned with OKEN Scanner

Acest succes face ca metoda să fie larg îmbrățișată, fapt demonstrat în primul rînd de creșterea numărului de lucrări în acest domeniu. Capacitatea totipotentă a celulelor vegetale care oferă posibilitatea de regenerare a plantelor întregi din noile tipuri de celule hibride obținute *in vitro* face ca cercetările privind hibridarea celulară să fie de-a dreptul explozive.

Deși de la începutul cercetărilor nu a trecut decît un deceniu, rezultatele sînt mai mult decît încurajatoare.

În urma fuziunii protoplaștilor se obțin două tipuri de hibrizi celulari :

— hibrizi celulari simetrici,

— hibrizi celulari asimetrici.

*Hibrizii celulari simetrici* sînt aceia la care nucleul și citoplasmele protoplaștilor parentali fuzionează în întregime, rezultînd celule și organite celulare moștenite de la ambii părinți. Celulele hibride regenerează plante noi comparabile cu hibrizii amfidiploizi obținuți pe cale sexuată.

*Hibrizi celulari asimetrici* rezultă în urma eliminării în diviziune a unuia sau altuia din genomurile parentale, în proporție mai mare sau mai mică (de la o pereche la întreaga garnitură cromozomică a unui părinte), ca atare, prezintă un număr de cromozomi inferior sumei cromozomilor formelor parentale.

Inexistența peretelui celulat pecto-celulozic face ca protoplaști vegetali să aibă o formă perfect sferică, ceea ce face ca suprafața lor de contact să fie extrem de mică. Aceasta, conjugată cu respingerea reciprocă a protoplaștilor diferiți datorită încărcăturilor electrice negative ale plasmalemei, face ca fuzionarea spontană să fie posibilă doar între celulele aparținînd aceluiași țesut.

De aceea, pentru inducerea fuziunii protoplaștilor se utilizează diferite substanțe chimice care fie că dezorganizează parțial plasmalema și permit astfel fuziunea, fie că diminuează sau modifică încărcătura electrică negativă a protoplaștilor. Astfel de substanțe chimice sînt nitratul de sodiu ($NaNO_2$), ionii de calciu în soluție cu *p*H ridicat și în mod cu totul special polietilenglicolul, cunoscut sub numele de PEG

$$(HOCH_2—(CH_2—O—CH_2)_n—CH_2OH).$$

Dacă la soluția de PEG în concentrație de 22—30% se adaugă ioni de calciu, se induce agregarea imediată a protoplaștilor. Fuziunea survine în urma ruperii locale a plasmalemelor protoplaștilor adiacenți, urmată de sudura plasmalemelor și formarea la nivelul acestora între protoplaști a unor punți citoplasmatice ce au ca rezultat unirea celor două celule. La început (aproximativ 2 ore) se contopesc citoplasmele, după care se contopesc și nucleii (CRĂCIUN, 1983). După realizarea fuziunii se produce biosinteza peretelui celular și pregătirea unei celule hibride pentru diviziunea mitotică.

Primul hibrid interspecific pe calea hibridării parasexuate a fost obținut în 1972 între *Nicotinia glauca* ($2n=24$) și *Nicotiana langsdorffi* ($2n=18$), rezultînd un hibrid interspecific cu $2n=42$ de cromozomi, identic cu hibridul amfidiploid ce se putea obține pe cale sexuată.

De atunci s-au obținut o serie de hibrizi, cum ar fi *Solanum tuberosum (soiul Priekulski)×S. chacoense ; Daucus carota×D. capillifolius, Nicotiana tabacum×N. knightiana* etc.



Scanned with OKEN Scanner

Pentru obținerea unor astfel de hibrizi în cultura de celule este necesară identificarea hibrizilor somatici, lucru care se realizează pe de o parte prin existența unui mediu diferențiat, iar pe de altă parte se face și cu ajutorul markerilor genetici.

Problema majoră ce se impune a fi rezolvată este aceea referitoare la rolul și rostul hibrizilor celulari în obținerea unor genotipuri valoroase. Realizarea acestui deziderat este implicit legată de găsirea unor metode de selecție a hibrizilor celulari din masa de celule, lucru dificil mai ales datorită faptului că hibrizii celulari apar într-o proporție scăzută și, în plus, capacitatea lor de supraviețuire este mică.

De aceea, selecția lor se bazează pe anumite însușiri legate de unele necesități nutritive speciale, de complementaritatea deficiențelor, de diferențe de comportare *in vitro*.

Astfel, după cum arată CARLSON și colab. (1972), hibridul *Nicotiana glauca* ($2n=24$)×*N. langsdorffi* ($2n=18$), avînd 42 de cromozomi, este identificat cu un hibrid amfiploid și ca atare formează tumori ca și hibridul sexuat, ceea ce permite dezvoltarea *in vitro* a hibrizilor somatici în absența substanțelor de creștere.

Un alt sistem de selecție se bazează pe fenomenul de complementaritate genică. Astfel, în celula hibridă se combină complementar mutantele și ca urmare este posibilă creșterea și dezvoltarea selectivă pe un mediu lipsit de unul sau mai mulți metaboliți necesari pentru creșterea celulelor nefuzionate.

Acest sistem a fost folosit în selecția hibrizilor somatici interspecifici : *Petunia hybrida*×*Petunia parodi, Daucus carota*×*Daucus capilifolius, Nicotiana tabacum*×*Nicotiana knightiana,* cît și intergenerici ca : *Datura inoxia*×*Atropa belladona.*

Un alt sistem de selecție se bazează pe diferențele naturale de comportare în cultură *in vitro,* cum este de pildă gradul diferit de rezistență al coloniilor față de anumiți compuși toxici introduși în mediul de cultură. De asemenea, selecția hibrizilor somatici se mai poate realiza cu ajutorul inhibitorilor biochimici de dezvoltare a protoplaștilor parentali. Astfel, NEIS și BINDING (1979) folosesc dietilpirocarbonatul, iodoacetatul de sodiu, N-etilmaleinimida pentru a induce leziuni ireversibile în cadrul formelor parentale la hibrizii celulari : *Solanum nigrum*×*Petunia hybrida, Vicia faba*×*Petunia hybrida.*

Deși se pun mari speranțe în hibridarea celulară, rezultate spectaculoase cu importanță practică majoră încă nu au apărut.

Fără discuție, obținerea hibrizilor celulari reprezintă o realizare de prim ordin a geneticii, conferind posibilitatea obținerii unor genotipuri vegetale inexistente, mult superioare celor actuale.

Aceasta, datorită faptului că, pe de o parte, prin hibridare celulară pot fuziona organisme mult diferențiate genetic care manifestă incompatibilitate, iar pe de altă parte că se pot realiza hibrizi între organisme cu mod diferit de înmulțire (sexuată și vegetativă). Important este și faptul că hibrizii celulari nu segregă și în același timp sînt heterozigoți pentru toate genele, nu numai pentru cele nucleare. Prezintă deci un interes indiscutabil faptul că astfel de hibrizi posedă citoplasma ambilor părinți și nu numai a unuia, cum se întîmplă în hibridările sexuate.



Scanned with OKEN Scanner

Cu toate că au fost realizate multe fuzionări de protoplaști între plante diferențiate din punct de vedere taxonomic, numărul de hibrizi, deci numărul de forme vegetale obținute, este încă mic.

Dintre realizările cu interes științific deosebit amintim : cele obținute de KAO și MICHAYLOK, și anume, hibrizii somatici soia+porumb ($2n=40+20$), soia+tutun ($2n=40+48$), cele obținute de BUTENCO și colab. (1977) în cadrul genului *Solanum* (*Solanum tuberosum*+S. ghacaense $2n=60$), hibrizii numiți *pomate* obținuți de MELCHERS și colab. (1978) din *Solanum tuberosum* și *Lycopersicum aesuculentum*, cît și hibridul numit *Arabidobrassica* realizat între *Arahidopsis thaliana* și *Brassica campestris*. La acest ultim hibrid s-a constatat o morfologie foarte diferită de a formelor parentale în privința formei frunzei și a morfologiei florale. Astfel, apar flori cu dimensiuni mai reduse, flori fără antere, fără petale, cu antere nefuncționale etc.

Un lucru nerealizat încă este faptul că hibrizii între plante aparținînd familiilor diferite nu au capacitatea de a regenera plante întregi. Astfel, de exemplu, la hibridul *soia*×*tutun* cele două genomuri nu se divid sincron în primele generații celulare, fapt ce duce la tendința eliminării unor cromozomi, în cazul amintit fiind eliminați cromozomii tutunului.

Oricum, întrucît nu a trecut decît un deceniu și ceva de la realizarea primului hibrid somatic la plante, metoda în discuție pare de mare perspectivă. Aceasta în primul rînd datorită faptului că există premisa teoretică de obținere a unor plante de mare interes practic, cum ar fi de exemplu hibrizii între cereale+leguminoase, care să îmbine capacitatea mare de producție a cerealelor cu conținutul bogat în proteină a leguminoaselor.

Următorii ani vor demonstra dacă speranțele puse de genetiști în hibridările celulare se vor confirma, devenind astfel un instrument de lucru practic în mîna cercetătorului, metoda urmărind să revoluționeze nu numai ameliorarea plantelor ci și întregul sistem actual de cultură a plantelor.



Scanned with OKEN Scanner

# 6. HETEROZISUL, CONSANGVINIZAREA, ANDROSTERILITATEA ŞI RESTAURAREA FERTILITĂŢII, METODE GENETICE ÎN AMELIORARE ŞI PRODUCERE DE SĂMÎNŢĂ HIBRIDĂ

Heterozisul la plante, îndeosebi la cele alogame, este cel mai activ factor de sporire a capacității de producție.

La unele specii de cultură, cum este porumbul sau floarea-soarelui, heterozisul a devenit cea mai importantă metodă de ameliorare.

Prezentăm, în cele ce urmează, bazele genetice ale heterozisului și tipuri de heterozis folosite în ameliorarea plantelor, bazele genetice ale consangvinizării, bazele genetice ale androsterilității și restaurării de fertilitate. Heterozisul, ca metodă genetică și biologică de ameliorare, se folosește cu succes la toate speciile de plante de cultură. Cel mai mare efect, așa cum s-a amintit, îl are la speciile alogame, obținut pe bază de hibridare a celor mai valoroase linii consangvinizate.

În continuare se prezintă tehnologia producerii de sămînță hibridă.

## 6.1. BAZELE GENETICE ȘI TIPURILE DE HETEROZIS FOLOSITE ÎN AMELIORARE ȘI PRODUCERE DE SĂMÎNȚĂ HIBRIDĂ

Fenomenul heterozis reprezintă vitalitatea maximă a hibrizilor din prima generație hibridă ($F_1$). Se exteriorizează prin vigurozitate mare, reflectată prin capacitate mare de producție.

Prezintă deosebită importanță în practica ameliorării plantelor și animalelor. Duce la realizarea celor mai mari, și adesea de calitate superioară, recolte ale plantelor cultivate.

Este specific atît plantelor autogame, cît mai ales plantelor alogame.

Afectează toate caracterele și însușirile biologice și economice ale plantelor, îndeosebi producția de semințe sau de fructe.



Scanned with OKEN Scanner

Hibrizii-heterozis ($F_1$) prezintă cel mai înalt nivel de heterozigoție. Cercetările genetice privind heterozisul, efectuate încă de către LERNER în 1954 și MATHER în 1955 (citat de MUREȘAN-CRĂCIUN, 1972), aplică acest fenomen genetic pe baza faptului că hibridul din $F_1$ (heterozigotul) prezintă în același locus două alele diferite, care determină vigoarea hibridului respectiv. Această vigoare hibridă, observată și de către DARWIN, în secolul trecut, este mai accentuată la hibrizii plantelor alogame, obținuți pe bază de hibridare a liniilor consangvinizate și mai puțin accentuată la hibrizii plantelor autogame.

Se bănuiește, susțin cercetătorii, că la hibrizii-heterozis are loc modificarea pozitivă a metabolismului, datorită interacțiunii genelor nealele.

Majoritatea cercetătorilor, care au studiat fenomenul hibridării, ajung la concluzia că aproape în toate cazurile formele hibride, din prima generație, manifestă o vitalitate sporită, o vigoare hibridă specifică mai mare decît cea a generațiilor hibride următoare.

Acest mod de manifestare a hibrizilor din prima generație se cunoaște sub denumirea de *heterozis* și este un fenomen pur genetic, cu consecințe biologice specifice.

Așa cum s-a spus, fenomenul heterozis este un fenomen genetic general, numai intensitatea lui diferă de la un hibrid la altul, de la o specie la alta.

Fenomenul heterozis este caracteristic atît plantelor, cît și animalelor. O manifestare specifică, așa cum s-a amintit este a plantelor alogame, cînd formele parentale sau genitorii sînt linii consangvinizate caracterizate printr-o capacitate combinativă mare.

Sporirea vigorii, vitalității, dezvoltare aluxuriantă a plantei, sporirea capacității de producție sînt însușiri și fenomene genetic specifice heterozisului, folosite cu succes în cultura plantelor și sporirea productivității lor.

Denumirea de *heterozis*, atribuită comportării hibrizilor din prima generație, a fost dată de către SHULL, cu ocazia cercetării fenomenului la porumb, întregind prin acest termen, așa cum am amintit, vigoarea hibridă sau dezvoltarea luxuriantă a plantei.

Caracteristica de bază a fenomenului heterozis este vigoarea și luxurianța maximă în $F_1$ și scăderea acestora în generațiile hibride următoare. Rezultă că, în general, fenomenul heterozis nu prezintă o însușire biologică neschimbată sau constantă realizată în fiecare an. Prelungirea fenomenului și în generațiile hibride următoare este posibilă numai în anumite cazuri și mai ales la plantele cu reproducere somatică sau vegetativă, a căror hibrizi nu prezintă fenomenul segregării caracteristic, fenomen genetic specific hibrizilor sexuați.

Deosebirea de manifestare a fenomenului heterozis diferă de la hibrizii intraspecifici, unde este mai accentuat, la hibrizii interspecfici și intergenerici, la care vigoarea hibridă este, de cele mai multe ori, mai mică.

Și în cadrul aceleiași specii nu toți hibrizii din $F_1$, între soiuri sau între linii consangvinizate, manifestă fenomenul heterozis. În unele cazuri fenomenul este la nivel scăzut, în altele poate lipsi cu desăvîrșire. Rolul ameliioratorului este să descopere toate cazurile cînd heterozisul se manifestă la nivel maxim. Pentru depistarea cazurilor de manifestare maximă a feno-



Scanned with OKEN Scanner

menului heterozis, se determină în prealabil capacitatea generală și specifică a genitorilor (soiuri sau linii consangvinizate).

Heterozisul la plante, ca mijloc de sporire a producției, reprezintă una dintre problemele genetice contemporane, cu cele mai largi implicații teoretice și practice pentru ameliorarea plantelor.

Heterozisul reprezintă superioritatea biologică, atît față de genitori, cît și față de soiurile zonate existente.

Primele observații despre fenomenul heterozis la plante au fost făcute de către KÖLREUTER în anul 1760, cînd a obținut primii hibrizi sexuați la speciile de tutun.

Folosirea largă a heterozisului în cultura plantelor (a porumbului) aparține, așa cum s-a mai spus, lui SHULL, apoi lui HAYES și altora.

Toate plantele cultivate reacționează pozitiv la fenomenul heterozis, unele mai mult, altele mai puțin. Prin ameliorare și folosind metode genetice actuale se obțin rezultate practice tot mai bune.

Heterozisul, îndeosebi la o serie de specii de plante cultivate, ca : porumbul, floarea-soarelui, sfecla și altele, tinde a deveni singura și cea mai valoroasă metodă de ameliorare.

Dintre ipotezele și teoriile privind baza genetică a heterozisului amintim :

— *Teoria heterozigoției,* elaborată de EAST și SHULL, consideră drept cauză a fenomenului starea de heterozigoție a hibridului din prima generație.

— *Teoria dominanței,* elaborată de BRUCE, explică fenomenul heterozis prin acumularea și combinarea în $F_1$ a genelor sau alelelor dominante provenite de la genitori.

— *Teoria înlănțuirii sau linkage,* emisă de JONES, după care fenomenul are la bază înlănțuirea dominantă a genelor situate în cromozomii omologi.

— *Teoria stimulării,* după care fenomenul se datorează unui sistem stimulator.

— *Teoria alelomorfismului multiplu* pune la baza fenomenului ideea eredității cumulative alelomorfe.

— *Teoria supradominanței,* emisă de către HULL, explică acest fenomen prin prezența heterozigoției monofactoriale.

— *Teoria epistaziei,* formulată de TURBIN, consideră drept cauză genetică intervenția heterozigoției structurale sau a heterozigoției inversiunilor.

Se cunosc și alte ipoteze și teorii care caută cauzele genetice ale fenomenului. Oricare ar fi teoria, cert este că fenomenul heterozis există și are un deosebit rol în ameliorarea și cultura intensivă a plantelor.

Teoriile privitoare la ingineria genetică explică fenomenul heterozis atît pe baza heterozigoției accentuate, cît și a acumulării de gene favorabile și eliminarea sau anihilarea genelor necorespunzătore.

Cauzele adevărate ale heterozisului trebuie căutate în rolul și acțiunea factorilor genetici care intervin în dezvoltarea ontogenică a plantei.

În fenomenul heterozis, întregul metabolism al plantei se accentuează și se intensifică.



Scanned with OKEN Scanner

Cele mai importante categorii sau tipuri genetice de heterozis folosite în ameliorarea plantelor sînt :

— *Heterozisul reproductiv* determină sporirea producției de semințe și fructe și în general organe reproductive obținute în urma polenizării și fecundației.

— *Heterozisul somatic* sau *vegetativ* determină formarea și sporirea masei vegetative. Găsește aplicare în ameliorarea plantelor furajere și a altor specii de la care se folosește masa vegetativă.

— *Heterozisul adaptiv* determină accentuarea însușirilor legate de capacitatea de adaptare a plantelor la condițiile naturale de dezvoltare.

Acestea sînt tipurile principale sau de bază ale heterozisului.

Se mai cunosc : *heterozis metabolic,* care determină natura fiziologică și biochimică a plantelor ; *heterozis adevărat,* legat direct de dezvoltarea luxuriantă a plantei hibride față de planta nehibridă.

De asemenea, se mai cunosc tipuri de : *cisheterozis* sau cazul cînd hibridul depășește dezvoltarea genitorilor și *transheterozis,* cînd dezvoltarea hibridului depășește gradul de dezvoltare atît a ambilor genitori, cît și a populației biologice inițiale.

De mare importanță practică este transheterozisul, deoarece acesta depășește gradul de dezvoltare a soiurilor și hibrizilor zonați și realizează astfel cele mai mari producții.

Se consideră drept heterozis orice spor de creștere și de dezvoltare a hibridului față de cel al genitorilor sau de dezvoltarea medie a genitorilor.

Însușirea genetică de bază afectată de fenomenul heterozis este capacitatea de producție.

Capacitatea de producție este un caracter genetic, cu un determinism genetic foarte complex. Depinde de un număr mare de gene sau factori genetici, fiind în corelație pozitivă semnificativă cu determinismul genetic al elementelor de productivitate. Elementele de productivitate sînt însușiri sau caractere specifice fiecărui soi sau hibrid creat prin ameliorare.

Elementele de productivitate sînt caractere genetice cantitative, urmînd legile eredității cantitative și fiind controlate poligenic, și anume, de gene minore sau poligene.

Fiind un caracter genetic complicat, capacitatea de producție este controlată și de alte gene, nu numai de poligene, inclusiv oligogene.

Cercetările genetice scot în evidență comportarea genetică independentă a fiecărui element de productivitate, iar în ansamblu determină producția totală a soiului sau hibridului respectiv. De asemenea, elementele sau componentele producției manifestă fenomenul heterozis independent și în diferite grade de intensitate, în funcție de natura genetică a organismului și de cea a genitorilor.

Cu cît un număr mai mare de elemente de productivitate determină fenomenul heterozis, cu atît vigoarea hibridă va fi mai mare, producțiile sau recoltele mai ridicate.

Genele favorabile capacității de producție se pot acumula prin hibridare. Cu cît genitorii conțin mai multe gene favorabile și mai puține gene nefavorabile, cu atît capacitatea de producție a soiului obținut prin hibridare sau a hibridului — heterozis este mai mare.



Scanned with OKEN Scanner

Fenomenul heterozis se poate exprima matematic cu ajutorul relației :

$$\overline{X}(F_1) = \frac{\overline{X}p_1 + \overline{X}p_2}{2}$$

în care :

$\overline{X}(F_1)$ este producția hibridului heterozis ;

$\overline{X}p_1$ — producția primului genitor ;

$\overline{X}p_2$ — producția celui de al doilea genitor.

**Heterozisul la grîu.** Asigurînd genitori și condiții bune de dezvoltare, se manifestă destul de bine, asigurînd sporuri de producție.

Formele de androsterilitate la grîu sînt diferite, cele mai bune avînd citoplasma de *Triticum timopheevi*. Evident că florile reliefate se deschid și rămîn deschise mai multe zile. De importanță majoră este găsirea polenizatorului. Deși există multe surse de restaurare a fertilității, nici una nu este independentă de condițiile de mediu, fapt ce face ca în diferite condiții de mediu o serie de surse să-și piardă capacitatea restauratoare. Cel mai valoros restaurator este considerat soiul Primepi.

O altă problemă este legată de faptul că viabilitatea grăunciorilor de polen la grîu este de scurtă durată, grăunciorii de polen sînt relativ grei, fapt ce face ca un rol deosebit în alegerea unui polenizor corespunzător să-l joace talia plantelor soiurilor parentale, în sensul că soiul patern trebuie să fie cu talia mai mare.

Problema heterozisului la grîu rămîne deschisă, fiind posibil a fi folosit în viitor.

**Heterozisul la orez.** Tehnologia producerii orezului hibrid este în mare măsură asemănătoare tehnologiei producerii grîului hibrid. Sînt necesare soiuri (forme parentale) androsterile, folosite cu forme materne și soiuri restauratoare de fertilitate, folosite ca forme paterne.

Deschiderea naturală a florilor plantelor materne androsterile în timpul polenizării naturale este necesară la fel ca la grîu. Sursele de androsterilitate și restaurarea fertilității, la fel ca la grîu și alte plante de cultură, se găsesc printre materialul biologic existent. Lucrări valoroase privitoare la producerea de orez hibrid aflăm în India, Japonia, Filipine, R. P. Chineză și alte țări mari producătoare de orez.

Primele forme androsterile de orez au fost observate la hibrizii reciproci dintre *proles indica* și *proles japonica*, atribuită factorilor genetici din citoplasmă sau interacțiunii nucleu-citoplasmă. La fel și formele restauratoare se află printre soiurile ameliorate, cum este de pildă soiul Chinsura, Boro 11, Taishung 65, D 320, D 388 și altele de origine asiatică. Însușirea de menținere a androsterilității a fost identificată la soiuri Pahknari și Peta de origine filipineză.

**Heterozisul la orz,** fenomen frecvent la hibrizii apropiați și la hibrizii obținuți între soiurile ameliorate din cadrul speciei de cultură (*H. vulgare* și *H. distichum*). Sporurile de producție datorită heterozisului variază în medie între 25—30%. Ca forme parentale se folosesc soiuri ameliorate cu o bună capacitate combinativă, androsterile și restauratoare de fertilitate.



Scanned with OKEN Scanner

Premisele genetice și tehnologice ale orzului hibrid aparțin cercetătorilor din S.U.A. care, alături de metodele clasice, au încercat și metoda trisomiei terțiare echilibrată sau balansată. După această metodă, plantele diploide recesive se polenizează liber cu polenul plantelor trisomice, iar plantele trisomice se înmulțesc între ele. Se recoltează separat atît plantele trisomice (recunoscute după talia mică și culoarea roșietică a tulpinii), cît și cele diploide recesive (recunoscute după culoarea verde și după talia normală). Semințele formelor diploide normale servesc ca forme materne (fiind androsterile), iar semințele trisomicilor terțiari ca forme paterne polenizatoare.

Alături de această tehnologie, se folosesc și liniile sau soiurile androsterile determinate de gene recesive de tipul *ms*. Pentru identificarea acestora se aplică reacția androsterilității față de DDT.

**Heterozisul la porumb** este fenomenul folosit în practică. Porumbul hibrid, simplu sau dublu, sînt forme foarte valoroase pentru producție. Prin folosirea hibrizilor simpli și dubli obținuți pe bază de heterozis, folosindu-se ca forme parentale linii consangvinizate valoroase și cu bună capacitate combinativă, se realizează cele mai mari producții și adesea și de cea mai bună calitate. Heterozisul constituie cea mai bună și sigură metodă actuală de ameliorare a porumbului. Pentru obținerea unui heterozis, o primă etapă este realizarea liniilor consangvinizate. Acest lucru se obține prin autopolenizarea unui valoros material inițial autohton și străin. Acestor linii li se studiază capacitatea combinativă generală și specifică pe bază de hibridări ciclice (testare) și hibridări dialele.

Porumbul realizează în medie un spor de producție, față de materialul inițial de 50—60%, uneori și mai mare. Intensitatea fenomenului heterozis, deci a valorii economice a semințelor hibride, este în concordanță directă cu valoarea genetică și biologică a materialului inițial din care s-au extras liniile consangvinizate și în corelație pozitivă cu valoarea genetică și biologică a liniilor consangvinizate folosite ca forme parentale.

Tehnologia producerii porumbului hibrid constă în: obținerea de linii consangvinizate valoroase, obținerea de hibrizi simpli și, în cazul cînd acestea se folosesc în producție, hibrizi dubli.

Pentru simplificarea și rentabilitatea procesului de producere de porumb hibrid se generalizează obținerea și folosirea liniilor consangvinizate androsterile și restauratoare de fertilitate.

Schema generală de producere de porumb hibrid, folosind mijloacele amintite, cuprinde: autofecundarea repetată în cadrul materialului inițial pentru obținerea de linii consangvinizate, selecția liniilor consangvinizate prin testare și hibridare dialelă în vederea stabilirii capacității combinative generale și specifice, obținerea hibrizilor simpli, folosiți ca atare în producție sau ca forme parentale pentru hibrizii dubli și obținerea hibrizilor dubli.

În cazul în care se folosește androsterilitatea și restaurarea fertilității, aceste însușiri trebuie transformate și transferate formelor parentale. Transferarea se face prin back-cross repetat între formele androsterile și restauratoare a fertilității și liniile consangvinizate componente ale hibrizilor cărora dorim să le transferăm aceste însușiri.



Scanned with OKEN Scanner

**Heterozisul la secară.** Secara reacționează puternic la fenomenul heterozis, realizînd sporuri de producție de 30—50% față de soiurile cultivate. Reacția este cu atît mai mare cu cît se folosesc ca forme parentale linii consangvinizate tot mai valoroase. Prin consangvinizare se obțin linii care transmit atît capacitatea de producție, cît și alte însușiri de soi, cum sînt calitatea și rezistența la boli.

Cercetările arată că prin folosirea de soiuri ca forme parentale, rezultatele pozitive se pot obține numai dacă se folosesc soiuri ameliorate cu o înaltă capacitate combinativă. Deoarece astfel de soiuri se întîlnesc destul de rar la secară, liniile consangvinizate valoroase sînt și rămîn cele mai indicate în producerea de heterozis la secară.

**Heterozisul la cartofi.** La cartofi, avînd în vedere producția care este rezultatul dezvoltării unor țesuturi somatice, tuberculi, heterozisul este somatic. Sporurile de producție sînt de 40—50%.

Prin consangvinizare se obțin o serie de genotipuri, dintre care prezintă importanță excepțională genotipurile rezistente la boli (mană, rîia neagră, viroze), precum și genotipurile androsterile și autocompatibile. Cum prin încrucișarea formelor homozigote se realizează cel mai pregnant heterozis, obținerea de homozigoți prin intermediul haploidiei își găsește un larg cîmp de aplicare.

Cele mai indicate forme pentru obținerea de linii consangvinizate valoroase sînt soiurile autofertile. Spre deosebire de alte specii cultivate, la cartofi se obțin linii consangvinizate valoroase în primele generații consangvine.

Hibridările realizate în vederea obținerii heterozisului sînt urmate de selecția clonală, pentru depistarea descendențelor valoroase din prima generație, care se reproduc vegetativ și trec în producție.

**Heterozisul la cînepă.** Posibilitățile folosirii în producție a cînepii hibride sînt dovedite pe cale experimentală. Prin alegerea celor mai potrivite forme parentale, inclusiv soiuri ameliorate, diferențiate ecologic, heterozisul realizează sporuri de producție de peste 25% tulpini și peste 25% fibre la ha. Heterozisul la cînepă afectează un complex întreg de caractere și însușiri de soi și îndeosebi producția de tulpini, semințe și fibre. Fenomenul heterozis se manifestă accentuat la hibrizii dintre cînepa monoică folosită ca formă maternă și cînepa dioică folosită ca formă paternă. Valoroși sînt hibrizii obținuți între linii sau între soiuri diferențiate din punct de vedere fiziologic și tehnologic.

Rentabilitatea producerii cînepii hibride se asigură prin utilizarea liniilor materne formate dintr-un număr ridicat de plante femele (peste 85%).

**Heterozisul la floarea-soarelui.** Heterozisul la floarea-soarelui afectează o serie de însușiri de soi și în primul rînd producția de semințe și conținutul de ulei.

Sporurile de producție datorate heterozisului depășesc 50%. Sporurile la producția de ulei se datorează și scăderii conținutului de coji. Fenomenul heterozis de intensitatea cea mai mare se realizează de hibrizii obținuți pe bază de linii consangvinizate.



Scanned with OKEN Scanner

Procesul de ameliorare a florii-soarelui, folosind heterozisul, cuprinde următoarele lucrări : obținerea liniilor consangvinizate, selecția liniilor consangvinizate valoroase cu bună capacitate combinativă, transformarea liniilor consangvinizate parentale în linii androsterile, respectiv linii restauratoare de fertilitate și obținerea hibrizilor simpli pentru producție.

Procesul de ameliorare a florii-soarelui hibride se aseamănă cu cel de ameliorare a porumbului hibrid, avînd desigur o serie de caracteristici specifice. Datorită constituției florale, deosebită de cea a porumbului, se impune identificarea plantelor unice androfertile din cadrul formelor materne cu ajutorul genelor marker. Aceste gene determină culoarea antocianică a plantelor, permițînd eliminarea lor din timp.

**Heterozisul la sfeclă** afectează mai multe însușiri de soi, îndeosebi producția de rădăcini și conținutul de zahăr, obținîndu-se sporuri de producție de peste 30%. Cel mai mult afectat de fenomenul heterozis, îmbinat cu triploidia, este producția de rădăcini. Rezultatele satisfăcătoare se obțin și în cazul hibridării dintre linii consangvinizate. La sfeclă sînt linii consangvinizate, androsterile, linii „0" pentru menținerea androsterilității, linii restauratoare de fertilitate care sînt necesare numai în cazul hibrizilor dubli. Autoincompatibilitatea în fecundare este deosebit de utilă în producerea de sămînță hibridă la sfeclă.

Cele mai valoroase pentru producție sînt soiurile triploide, care întrunesc la un loc efectele pozitive ale hibridării și poliploidiei.

Pentru obținerea sfeclei triploide se însămînțează în amestec formele diploide și formele tetraploide, și anume, în proporție de trei părți tetraploide și o parte diploide. Pe plantele tetraploide, datorită viabilității mai mari și a germinării mai rapide a polenului plantelor diploide, se formează 60—80% sămînță triploidă, în timp ce pe formele diploide se formează doar 10—15% sămînță diploidă. Recoltarea împreună a semințelor de pe plantele tetraploide cu cele de pe plantele diploide scade producția de sămînță triploidă uneori sub 50%. Recoltîndu-se doar sămînță de pe butașii tetraploizi, procentul de triploizi va fi mai mare (80%). Realizarea de sămînță triploidă 100% este posibilă numai prin folosirea androsterilității citoplasmatice și anume, folosindu-se ca formă androsterilă forma diploidă.

**Heterozisul la tutun.** Folosirea în producție a seminței hibride ($F_1$) asigură realizarea de producții ridicate de frunze. Hibridările între soiuri sau forme diferențiate scot în evidență posibilitatea de realizare a efectului heterozis.

Sporurile de producție datorate heterozisului sînt de 40—45%.

Liniile consangvinizate de tutun nu manifestă o depresiune biologică prea accentuată. Prima selecție a liniilor valoroase se face fenotipic, apoi, pe bază de testare, și hibridări dialele. Necesarul de sămînță hibridă la tutun, spre deosebire de celelalte specii cultivate, fiind mic, se poate obține prin hibridarea artificială, manuală.

Cea mai economică este însă hibridarea liberă între formele androsterile și formele restauratoare de fertilitate.



Scanned with OKEN Scanner

Folosind metodele pentru producerea de sămînță hibridă, ameliorarea realizează următorii hibrizi în prima generație : *hibrizi simpli între soiuri* la plantele autogame, *hibrizi simpli între linii consangvinizate* la plantele alogame și *hibrizi dubli* la plantele alogame.

Genitorii hibrizilor la plantele autogame sînt genitori materni androsterili și genitori paterni restauratori de fertilitate. La plantele alogame genitorii sînt liniile consangvinizate care pot fi androfertile, prin castrarea genitorului matern, sau linii consangvinizate materne androsterile și genitori paterni restauratori de fertilitate.

## 6.2. BAZELE GENETICE, OBȚINEREA ȘI FOLOSIREA LINIILOR CONSANGVINIZATE

Rezultatul consangvinizării sînt *liniile consangvinizate,* genitorii hibrizilor simpli pentru producție.

Caracteristica genetică fundamentală a consangvinizării este *depresiunea biologică* și refacerea acesteia după hibridare.

După un număr de generații consangvine depresiunea atinge o limită, cînd încetează. Depresiunea biologică a liniilor consangvinizate, cunoscută și sub numele de „degenerare sau inzücht minimum" corespunde în faza de homozigotare a materialului. Cercetările scot în evidență două momente depresionale : momentul apariției defectelor recesive care se manifestă în prima generație consangvină și momentul depresiunii generale care se intensifică pînă la atingerea minimului de consangvinizare. După atingerea acestui prag, modificările biologice sînt foarte mici. Consecințele depresiunii de consangvinizare sînt : creșterea și dezvoltarea lentă, maturizarea tardivă, număr redus de semințe sau fructe, șiștăvirea boabelor etc. Depresiunea biologică a liniilor consangvinizate a fost explicată din punct de vedere genetic prin teoria dominanței, înlănțuirii și stimulării. Alela dominantă determină vitalitatea, iar alela recesivă depresiunea, care se accentuează pe măsura homozigoției și acumulării de alele recesive. Liniile consangvinizate fără depresiune biologică, adică liniile viguroase productive, prezintă o acumulare de gene dominante favorabile. Teoria înlănțuirii are la bază numărul genelor segregante și repartizarea crossing-overului. Urmărind modificarea coeficientului de consangvinizare la mai multe generații consangvine, cea mai ridicată valoare se observă la autofecundare.

O caracteristică a consangvinizării este evidențierea caracterelor condiționate de genele recesive, care la materialul inițial erau mascate.

În practica ameliorării plantelor alogame sînt suficiente 6—8 autopolenizări succesive. Durata consangvinizării este în funcție de valoarea materialului inițial, de gradul de homozigotare și uniformizare a liniei consangvinizate și de capacitatea lor combinativă. Cel mai important efect al autopolenizării este izolarea de genotipuri valoroase. Cu toate că autopolenizarea repetată nu reușește să izoleze întregul conținut genotipic al



Scanned with OKEN Scanner

populațiilor alogame, totuși numărul genotipurilor obținute este suficient pentru începutul lucrărilor de ameliorare, după această metodă.

Prin hibridarea liniilor consangvinizate valoroase se restabilește vitalitatea plantelor și se asigură efectul heterozis.

Etapele principale ale procesului de ameliorare a plantelor alogame folosind ca forme parantale liniile consangvinizate sînt următoarele :

— obținerea și aprecierea hibridologică a liniilor consangvinizate ;

— încrucișarea celor mai valoroase linii consangvinizate, în vederea obținerii hibrizilor simpli ;

— aprecierea hibridologică a hibrizilor simpli ;

— încrucișarea celor mai valoroși hibrizi simpli și obținerea hibrizilor dubli.

Liniile consangvinizate, genitori ai heterozisului sau seminței hibride din producție, care dau semne de degenerare trebuie înlocuite cu altele mai bune sau ameliorate.

Valoarea unui hibrid este determinată în mare măsură de valoarea liniilor sale consangvinizate.

Valoarea de selecție a liniilor este determinată de valoarea materialului inițial. În vederea obținerii unor linii consangvinizate superioare, cu o valoare combinativă ridicată și cu o mai bună capacitate de adaptare la factorii mediului ambiant, au fost elaborate o serie de metode. Unele dintre acestea contribuie atît la obținerea unor linii mai bune, cît și la îmbunătățirea materialului inițial, iar altele sînt specifice ameliorării unor linii deja obținute, dar deficitare în anumite caracteristici.

Dintre metodele de ameliorare concomitentă a materialului inițial și a liniilor care se obțin din acest material sînt : *selecția cumulativă* și *selecția recurentă, selecția pedigreului, selecția genetică* și *selecția convergentă*.

Selecția pedigreului. Linii cu însușiri diferite se încrucișează, iar din populațiile hibride, începînd cu $F_2$, se aleg combinațiile dorite. Plantele selecționate în $F_2$ se autofecundează. Se continuă selecția pînă la fixarea caracteristicilor urmărite.

Selecția gameților urmărește îmbunătățirea liniilor componente ale hibrizilor dubli.

Selecția convergentă este metoda prin care două linii $A$ și $B$ de exemplu, componente ale hibridului simplu $A \times B$, se îmbunătățesc reciproc. Procedeul constă din încrucișarea celor două linii, obținîndu-se hibridul $A \times B$ și reciprocul $B \times A$. Aceștia se retroîncrucișează fiecare cu una din linie ($F_1 (A \times B) \times A$) și ($F_1 (B \times A) \times B$), timp de 3—4 generații.

Selecția cumulativă are ca scop acumularea de gene favorabile pe calea încrucișării liniilor cu capacitate combinativă ridicată și selecția celor mai bune recombinări. În cazul în care materialul inițial este o populație sau un soi, lucrările se desfășoară pe cicluri succesive.

În cazul în care materialul inițial este un hibrid (simplu sau dublu), liniile obținute în $C_1$ se încrucișează și se testează concomitent. Pe baza rezultatelor din $C_1$ a încrucișărilor linie×tester, se rețin cele mai bune linii care din nou se interîncrucișează, iar produsul acestor interîncrucișări se amestecă pentru formarea materialului inițial din al doilea ciclu.



Scanned with OKEN Scanner

Selecția recurentă constă în alternarea selecției liniilor autopolenizate, cu interîncrucișarea celor mai bune linii, cu scopul ridicării valorii materialului inițial prin eliminarea genelor nefavorabile și a cumulării în liniile consangvinizate a genelor favorabile. Selecția recurentă are ca efect direct izolarea rapidă a genotipurilor prin autopolenizare, mărind prin aceasta eficiența selecției și recombinarea genelor pentru a forma genotipuri superioare.

Selecția recurentă se practică în patru variante : selecția recurentă simplă sau pentru caracterele fenotipice, selecția recurentă pentru capacitatea combinativă generală, selecția recurentă pentru capacitatea combinativă specifică și selecția recurentă reciprocă.

Selecția recurentă simplă este eficientă pentru ameliorarea conținutului de ulei, lizină, triptofan, rezistența la boli (SPRAGUE și colab., 1950) și constă în autopolenizarea unui număr de plante dintr-o sursă inițială ; încrucișarea dialelă între cele mai bune linii descendente din plantele autofecundate sau prin însămînțarea în amestec a semințelor rezultate din interîncrucișările anului precedent. Lucrările se repetă în mai multe cicluri succesive.

Selecția recurentă pentru capacitatea combinativă generală și specifică se deosebește de selecția recurentă simplă prin faptul că durează trei generații, iar combinațiile hibride care reconstituie populația la începutul fiecărui ciclu reprezintă rezultatul interîncrucișărilor dintre descendenții autofecundărilor selecționați pe baza capacității combinative.

Selecția recurentă reciprocă se deosebește de metoda precedentă prin faptul că sursa de plecare este constituită din două populații diferite din punct de vedere genetic (*A* și *B*), fiecare servind ca tester pentru cealaltă.

Metoda contribuie atît la ameliorarea populațiilor folosite ca surse de consangvinizare, cît și la obținerea unor linii selecționate pe baza capacității combinative generale și specifice.

Valoroase pentru practica ameliorării sînt liniile care prezintă o bună capacitate combinativă și suficiente elemente de productivitate, lucru ce se realizează pe cale experimentală și de selecție.

Productivitatea liniilor consangvinizate se deduce din relația :

$$V_p = V_s \frac{H_t}{H_s} \times \frac{V_1}{V_2},$$

în care : $V_p$ reprezintă producția liniei ; $V_s$ — producția reală ; $H_t$ — numărul total de cuiburi la parcelă ; $H_s$ — numărul de cuiburi recoltate după eliminarea cuiburilor cu plante lipsă ; $V_1$ — greutatea probei uscate ; $V_2$ — greutatea probei înainte de uscare.

Valoarea genetică și gradul de consangvinizare se exprimă prin coeficientul de consangvinizare.

În cazul în care la o plantă nu s-a aplicat autopolenizarea în descendență, relația de calculare este :

$$F = 1 - \left(\frac{m_1}{2}\right)n.$$



Scanned with OKEN Scanner

În acest caz $F_A$ = zero. Creșterea fenomenului se apreciază după *ritmul de consangvinizare*, conform relației :

$$F = \frac{I}{N_e}$$

în care : $F$ este coeficientul de consangvinizare ; $N_e$ — numărul efectiv al generațiilor.

Prezentăm în continuare fenomenul consangvinizării la cîteva din cele mai importante plante agricole alogame și modul de obținere (porumb, sfeclă, floarea-soarelui și cînepă).

**Consangvinizarea la porumb** cuprinde următoarele operații : izolarea inflorescențelor femelă și masculă. Inflorescența femelă se închide într-o pungă de hîrtie de pergament. Pentru ca știuletele să intre bine în pungă, se taie frunza de la baza știuletelui. În momentul în care vîrfurile stigmatelor încep să iasă din pănuși, se taie vîrful pănușilor împreună cu cel al stigmatelor, spre a se asigura o creștere mai viguroasă și mai uniformă a stigmatelor. Pînă în ziua următoare stigmatele cresc la loc formînd un smoc des și pot fi polenizate. Izolarea inflorescenței mascule se face cu ajutorul unei pungi de hîrtie de pergament, cu 24 ore înainte de polenizare. După ce anterele au eliberat polenul, se rupe inflorescența masculă cu pungă cu tot și se scutură bine pentru ca polenul să cadă în pungă. Apoi se scoate inflorescența masculă din pungă. Se înlătură punga care protejează inflorescența femelă și se acoperă această inflorescență cu punga în care se găsește polenul de la inflorescența masculă ; se scutură polenul pe stigmate. După aceasta se leagă bine gura pungii.

**Consangvinizarea la sfeclă** constă din polenizarea înrudită în cadrul unui semincer sau a unei familii.

Autopolenizarea sau consangvinizarea strict înrudită determină apariția de biotipuri cu însușiri valoroase pentru obținerea genitorilor sau formelor parentale, ca : procent ridicat de zahăr în rădăcini, rezistența la boli, rezistența la secetă etc.

Biotipurile astfel obținute constituie linii consangvinizate care prin hibridare manifestă fenomenul heterozis. Fenomenul heterozis la sfecla de zahăr se realizează atît prin hibridarea soiurilor diferențiate gametic, cît și prin hibridarea liniilor consangvinizate valoroase.

Fenomenul heterozis afectează greutatea rădăcinii mai mult decît conținutul de zahăr.

**Consangvinizarea la floarea-soarelui** se realizează prin autofecundarea unui calathidiu. Autoincompatibilitatea în fecundare la floarea-soarelui datorită inhibării germinației polenului pe stigmatul propriu (cînd polenul și stilul prezintă gene și alele identice) poate fi înlăturată prin autofecundarea calathidiilor formate pe aceeași tulpină. Metoda a fost încercată la noi în țară la I.C.C.P.T. Fundulea.

Depresiunea biologică în urma consangvinizării la floarea-soarelui continuă generații numeroase, minimum de consangvinizare realizîndu-se în $C_8$—$C_{10}$. Producția de sămînță la liniile consangvine scade pînă la 30%, față de producția inițială. Homozigoția relativă se obține în $C_5$—$C_6$, iar



Scanned with OKEN Scanner

homozigoția reală sau absolută abia în $C_{15}$—$C_{18}$, stare greu de realizat. Cel mai mult scade conținutul procentual de ulei. Valoroase pentru fenomenul heterozis sînt liniile cu mare capacitate combinativă, testarea liniilor valoroase se fac în generații consangvine înaintate.

Efectele capacității generale de combinare se bazează pe efectul genelor cu acțiune aditivă, iar efectul capacității combinative specifice și acțiunea neactivă a genelor.

## 6.3. BAZELE GENETICE, OBȚINEREA ȘI FOLOSIREA LINIILOR ANDROSTERILE ȘI RESTAURATOARE DE FERTILITATE

Atît liniile androsterile, cît și liniile restauratoare de fertilitate, și anume, liniile androsterile materne și liniile restauratoare de fertilitate, se folosesc curent ca genitori în producerea de sămînță hibridă sau heterozis.

Numai cu astfel de genitori fenomenul heterozis se poate generaliza pentru toate speciile de plante de cultură, alogame și autogame.

Androsterilitatea și restaurarea fertilității sînt însușiri fiziologice și genetice specifice, ce apar ca rezultat al formării și al dezvoltării asincrone a elementelor generative (a staminelor și a pistilului) sau ca rezultat al incompatibilității dintre elementele generative florale. Este un fenomen al incompatibilității genetice dintre gameți sau al formării de gameți anormali, nefuncționali.

Dintre tipurile de androsterilitate frecvent întîlnite menționăm : androsterilitatea nucleară sau genetică, androsterilitatea citoplasmatică și androsterilitatea nucleo-citoplasmatică.

**Androsterilitatea nucleară** (genică) este determinată de una sau mai multe gene cu acțiune recesivă situate în nucleu și notate de obicei cu litere mici, *rfrf*. Acest tip de androsterilitate se menține prin încrucișarea SIB cu plante fertile în stare homozigotă (*RfRf*) sau heterozigote (*Rfrf*). În primul caz rezultă în $F_1$ descendenți androsterili, iar în al doilea caz, 50% descendenți androfertili și 50% descendenți androsterili.

Androsterilitatea nucleară sau genică poate fi folosită în practica producerii de sămînță hibridă numai în cazul cînd gena pentru androsterilitate este în linkage sau înlănțuită cu o genă marcatoare (marker), care permite identificarea plantelor androsterile și eliminarea înainte de înflorire din lotul de hibridare al plantelor androfertile.

Transmiterea în descendență a formelor androsterile se realizează prin polenizarea plantelor androsterile de tipul *RfRf* cu polen de la plantele fertile, în stare homozigotă de tipul *RfRf* sau în stare heterozigotă de tipul *Rfrf*. Neavînd posibilitatea de a obține în descendență forme complet androsterile, tipul de androsterilitate nucleară se folosește limitat în producerea de sămînță hibridă.



Scanned with OKEN Scanner

**Androsterilitatea nucleo-citoplasmatică** este controlată de factori nucleari și citoplasmatici și face posibilă obținerea de descendență androsterilă, în urma hibridării cu forme androfertile. Plantele posesoare de factori ereditari nucleari și factori ereditari citoplasmatici, plante cu androsterilitate nuclear-citoplasmatică, permit manifestarea atît a fenomenului de androsterilitate, cît și a fenomenului de restaurare a fertilității și pot fi folosite în lucrările pentru producerea de sămînță hibridă. Din punct de vedere genetic, androsterilitatea nuclear-citoplasmatică este determinată de factorul *S*, situat în citoplasmă sterilă și de factori recesivi *rfrf* situați în nucleu.

Prin hibridarea plantelor androsterile homozigote de tipul genetic *S* (*rfrf*) cu polen de la plantele normale, androfertile, de tipul genetic *R* (*rfrf*) rezultă în prima generație hibridă descendenți androsterili (factorul *S* fiind dominant sau epistatic, față de factorul *F*). Încrucișările între formele materne *S* (*rfrf*) cu forme paterne *S* (*RfRf*) produc descendenți fertili, deoarece factorii de fertilitate nucleară paterni sînt dominanți și înlătură efectul de sterilitate al factorilor nucleari materni, iar citoplasma maternă în astfel de hibridări, deși posedă factorul de sterilitate (*S*), nu are influență asupra descendenței.

**Androsterilitatea citoplasmatică,** determinată de factori citoplasmatici (*S*), se comportă ca un caracter genetic dominant sau aproape dominant, față de plantele cu aceeași formulă genetică, dar care conțin în citoplasmă factorul de androsterilitate (*F*). Încrucișînd acest tip genetic de plante (*S*×*F*), deci androsterile×androfertile, se obțin în prima generație ($F_1$) numai plante androsterile, deoarece citoplasma formei materne, care determină androsterilitatea, se comportă ca factor dominant. În cazul cînd dominanța nu este absolută, se folosește back-cross-ul, care determină o dominanță totală a formei androsterile asupra formei androfertile.

Starea recesivă a genelor pentru fenomenul de androsterilitate și starea dominantă a acelorași gene, pentru fenomenul de restaurare a fertilității, stau la baza producerii formelor androsterile și formelor restauratoare de fertilitate. Liniile androsterile posedă, așa cum s-a amintit, citoplasmă sterilă (*S*), iar nucleul acestor linii posedă gene sau alele pentru restaurarea fertilității.

Combinațiile genetice pentru depistarea celor trei tipuri de androsterilitate sînt :

— *rf rf*×*Rf Rf* sau *rf rf Rf Rf* pentru androsterilitatea nucleară ;

— *S* (*rf rf*)×*F* (*rf rf*) pentru androsterilitatea nucleo-citoplasmatică și

— *S rf rf* (steril)×*F rf rf* (fertil) pentru androsterilitatea citoplasmatică.

Cea mai stabilă și mai importantă din punct de vedere practic, cu o comportare dominantă și cu o stabilitate specifică, este androsterilitatea citoplasmatică. Androsterilitatea citoplasmatică a fost observată pentru prima dată de către CORRENS la *Satureja hortensis* în 1904, care a explicat fenomenul prin prezența unei particularități structurale ale citoplasmei și prezența unor factori genetici situați în citoplasmă.

Androsterilitatea este factorul de bază al sistemului de producere de sămînță hibridă.



Scanned with OKEN Scanner

Sămînța hibridă obținută cu ajutorul formelor androsterile materne și formelor restauratoare de fertilitate paterne constituie factorul de bază al sistemului de ameliorare a multor plante și îndeosebi a plantelor alogame.

Cu această metodă se reușește să se generalizeze folosirea semințelor hibride la toate culturile agricole. Așa cum se știe, sămînța hibridă realizează sporuri însemnate la plantele cultivate și îmbunătățirea calității lor.

Fenomenul de androsterilitate determină degenerarea polenului sau oprirea totală a dezvoltării sale, fără a perturba formarea și dezvoltarea normală a elementelor florale femele, precum și a însușirilor de soi.

Cu cît formele androsterile prezintă un grad mai mare de androsterilitate, cu atît valoarea lor este mai mare. Cele mai valoroase sînt formele total androsterile.

Sistemul producerii de sămînță hibridă pentru producție necesită : forme (linii sau soiuri) androsterile folosite ca genitori materni, forme (linii sau soiuri) restauratoare de fertilitate ca genitori paterni, precum și forme pentru menținerea fenomenului de androsterilitate a genitorilor materni.

Formele androsterile se obțin prin depistarea acestor forme din materialul biologic existent și selecția celor corespunzătoare sau prin crearea lor folosind surse de androsterilitate, care prin back-cross repetat se transferă formelor dorite.

Cea mai bună cale de obținere a formelor androsterile este calea creării lor folosind metoda transferului.

Selecția recurentă sau backrossarea repetată pentru transferul sursei de androsterilitate existentă se desfășoară astfel :

$$X^{Tms} \times A = (X + A_1)^{Tms}$$

$$(X + A_1)^{Tms} \times A = (X + A_2)^{Tms}$$

$$(X + A_2)^{Tms} \times A = (X + A_3)^{Tms}$$

$$(X + A_3)^{Tms} \times A = (X + A_4)^{Tms}$$

$$(X + A_4)^{Tms} \times A = (X + A_5)^{Tms} = A^{Tms}$$

Astfel, după mai multe încrucișări repetate (back-cross), pornind de la o sursă de androsterilitate ($X^{Tms}$), forma $A$ (androfertilă) se transformă în forma androsterilă ($A^{Tms}$).

După mai multe back-cross-uri succesive, o linie sau o formă inițială androfertilă devine o linie sau o formă androsterilă.

După același procedeu se obțin și liniile sau formele restauratoare de fertilitate.

Formele sau liniile menținătoare de androsterilitate sînt forme sau linii autofertile care prin hibridare cu liniile androsterile se pot reproduce, rămînînd însă în continuare androsterile, dezvoltînd descendență androsterilă.

Însușirea de androsterilitate, restaurare de fertilitate și menținătoare de sterilitate sînt declanșate și determinate de factori genetici specifici, situați în nucleu sau în citoplasmă, acționînd recesiv sau dominant, homozigot sau heterozigot sau în interacțiune.



Scanned with OKEN Scanner

Atunci cînd aceste gene se găsesc în stare recesivă și în interacțiune cu o anumită citoplasmă se formează liniile androsterile. Cînd genele respective sînt în stare dominantă și în interacțiune cu o anumită citoplasmă se formează liniile restauratoare de fertilitate.

Liniile restauratoare de fertilitate conțin în citoplasmă factorul de fertilitate *F*, precum și factorul de sterilitate *S*, iar în nucleu factorii dominanți ai restaurării fertilității *RfRf*. Factorul *Rf*, în prezența citoplasmei sterile *S* determină restaurarea fertilității polenului. Prin încrucișarea formelor genetice ♀*S* (*rf rf*) cu formele genetice ♂*F* (*Rf Rf*) rezultă linii fertile în proporție de 100%. Prin încrucișarea formelor ♀*S* (*rf rf*)× ♂*F* (*rf rf*) rezultă numai descendențe androsterile. Încrucișînd forme ♀*S* (*rf rf*)× ×♂ *F* (*Rf rf*) rezultă atît descendențe fertile, cît și descendențe androsterile, proporție de 50% : 50%.

Liniile și formele androsterile se pot identifica și printr-o serie de caractere fenotipice, îndeosebi cele ce privesc morfologia și culoarea anterelor, precum și prin unele aspecte genetice și fiziologice specifice.

**Androsterilitatea la grîu.** Contribuie în mare măsură la producerea de sămînță hibridă sau grîu heterozis pentru producție. Numai prin hibridarea soiurilor materne androsterile cu soiuri paterne restauratoare de fertilitate se poate obține grîu hibrid sau heterozis. Deși cunoscută de mai mulți ani, din cauza altor dificultăți care intervin în tehnologia producerii de sămînță hibridă, folosirea în producție a grîului hibrid întîrzie, față de alte plante cultivate, cum sînt plantele alogame.

Și la grîu, paralel cu identificarea și obținerea formelor androsterile, se fac cercetări pentru identificarea și obținerea formelor menținătoare de androsterilitate și restauratoare de fertilitate. Astfel de forme se întîlnesc în cadrul materialului biologic existent (soiuri ameliorate sau populații locale).

Fenomenul de androsterilitate la grîu a fost descoperit de cercetătorii japonezi KIHARA și FUKASAVA la hibridul *Aegilops caudata*×*Triticum aestivum*, sursa fiind specia de *Aegilops* precum și la hibridul *Aegilops ovata*×*Triticum durum*, sursa de androsterilitate fiind specia respectivă de *Aegilops ovata*.

Ceva mai tîrziu, cercetătorii americani au descoperit sursa de androsterilitate la unele specii de grîu, îndeosebi la *Triticum timopheevi*.

Cercetătorii japonezi au descoperit sursa de androsterilitate la o serie de specii de *Aegilops*, iar cei americani la speciile de grîu, printre care și speciile de *T. boeoticum*, *T. timonovum* și altele. Unele din speciile de grîu sînt posesoare și de însușirea de restaurare a fertilității polenului. Forme restauratoare de fertilitate posedă și *T. timopheevi*, purtătorul cunoscut al sursei de androsterilitate, de la care a fost transferată soiurilor de *T. aestivum var. vulgare*.

Analiza genetică a fenomenului de androsterilitate și restaurare de fertilitate deschide căi sigure folosirii heterozisului la grîu. Rezultatele acestor cercetări arată că liniile și soiurile materne androsterile diferă în privința numărului și eficacității genelor ce le caracterizează. Cu ajutorul mutații-



Scanned with OKEN Scanner

lor se obțin modificări favorabile privind sterilitatea și fertilitatea (WILSON, 1968).

Cercetătorii americani au reușit să transfere caracterul de androsterilitate citoplasmatică la soiuri de grîu valoroase și să folosească o altă sursă de androsterilitate în locul celei de la speciile de *Aegilops*. Această nouă etapă a fost marcată de lucrările lui WILSON, ROSS, SMIDT, JOHNSON, MAN, LIVERS ș.a.

Acest tip apare ca rezultat al interacțiunii dintre citoplasma de *T. timopheevii* și nucleul de *T. aestivum*. Formele restauratoare de fertilitate își au originea în interacțiunea dintre citoplasma și genele pentru restaurare (dominante) aflate în nucleul de *T. timopheevii*.

Încrucișările dintre *T. timopheevii* și *T. aestivum* au pus în evidență forme androsterile valoroase, caracterizate prin înflorire deschisă.

PANAITOV (1976) indică drept forme purtătoare de gene pentru androsterilitate, în afara speciei *T. timopheevii*, următoarele specii : *T. dicoccum*, *T. turgidum*, *Aegilops truncialis*, *Ae. crassa*, *Ae. columnaria*, *Ae. juvenulis*, *Ae. longissima*, *Ae. triaristata*, *Ae. variabilis* și *Agropyron glaucum*.

Formele androsterile de grîu prezintă un înveliș floral mai dezvoltat și antere de culoare galben-deschis și atrofiate.

Grîul prezintă următoarele forme sau tipuri genetice de androsterilitate și restaurare de fertilitate :

— forme androsterile cu structură genetică $S\ rf_1rf_1\ rf_2rf_2$ ;

— forme cu structură genetică $N\ Rf_1Rf_1\ Rf_2Rf_2$ sau $S\ Rf_1Rf_1$, care sînt forme restauratoare de fertilitate ;

— forme cu structură genetică $N\ rf_1rf_1\ rf_2rf_2$, forme fertile menținătoare de androsterilitate.

Formele de grîu comun, fertil, prezintă formula genetică $rf_1rf_1\ rf_2rf_2$.

Atît androsterilitatea, cît și restaurarea fertilității sînt însușiri genetice polifactoriale.

Selecția recurentă sau back-cross-ul este metoda clasică de obținere sau de transformare a unor forme androfertile în forme androsterile sau în forme restauratoare de fertilitate.

Formele androsterile, ne precizează KIHARA, se obțin prin back-cross de substituire, ca cel de mai jos :

Back-cross de substituire pentru obținerea analogului androsteril la grîu (KIHARA, 1967)

| Mersul hibridărilor | Numărul back-cross-urilor |
|---|---|
| $AA \times BB = B'B$ | $SB'$ |
| $B'B \times BB = B^2B$ | $SB^2$ |
| $B^2B \times BB = B^3B$ | $SB^3$ |
| $B^{n-1} \times BB = B^nB$ | $SB^n$ |

Obținerea formei restauratoare de fertilitate, folosind back-cross-ul restaurator (*RB*), propus de KIHARA, este redată în tabelul următor :

Back-cross restaurator sau obținerea formei restauratoare de fertilitate (după KIHARA, 1967)

| Mersul hibridărilor | Numărul back-cross-urilor |
|---|---|
| $♂ BB \times AA = A^1A$ | $RB^1$ |
| $♂ A^1A \times AA = A^2A$ | $RB^2$ |
| $♂ A^2A \times AA = A^3A$ | $RB^3$ |
| $♂ A^{n-1}A \times AA = A^nA$ | $RB^n$ |

♂ reprezintă plasma speciei *AA*, iar genomurile $A^nA$ și $B^nB$ corespund genomurilor inițiale *AA* și *BB*, *n* fiind numărul generațiilor care asigură completa transformare a formelor inițiale în formă androsterilă, respectiv formă restauratoare de fertilitate.

Formele poligenice de androsterilitate și restauratoare a fertilității sînt preferate formelor monogenice. Prima formă de grîu restaurator de fertilitate a fost obținută de FUKASAWA în anul 1955, prin polenizarea unei forme androsterile de *Triticum durum* cu o formă restauratoare de fertilitate din cadrul speciei *Triticum dicoccoides* var. *katsejanum*.

Forme androsterile și restauratoare de fertilitate se pot obține la toate speciile de grîu.

În schema ce urmează redăm, după KRUPNOV și HRAMOVA (1967), obținerea formelor androsterile la grîul de primăvară.

*T. timopheevi*
*var. typicum* ×
(2*n*=28)
$F_1$ ×
$SB_1$ ×
$SB_2$ ×
$SB_3$ ×
$SB_4$ ×
$SB_5$ ×
*T. durum* forma cu androsterilitate citoplasmatică

*T. durum*
*var. hordeiforme*=*F*
(2*n*=28)
*T. durum*=$SB_1$
*T. durum*=$SB_2$
*T. durum*=$SB_3$
*T. durum*=$SB_4$
*T. durum*=$SB_5$

**Androsterilitatea la secară.** Se cunoaște atît androsterilitatea citoplasmatică, cît și androsterilitatea nucleară sau genetică.

Formele androsterile de secară se recunosc după anterele nedezvoltate și de culoare galben-deschis, precum și după lipsa de polen. Elementele generative femele rămîn normal dezvoltate.

Fenomenul androsterilității a apărut prin mutație, în urma transformării citoplasmei normale (*N*) în citoplasmă sterilă (*S*).

Genele care intervin în fenomenul androsterilității și restaurării fertilității sînt genele dominante *Rf Rf* și recesive *rf rf*.

Androsterilitatea la secară este o însușire genetică, cu o comportare monogenetică și cu raportul de segregare de 3 : 1, adică trei forme fertile și o formă androsterilă. Indivizii de formă genică *rf rf* sînt androsterili, iar indivizii de formă genică *Rf Rf* sînt androfertili. Cele mai multe din plantele androsterile (*rf rf*) prezintă o androsterilitate completă, de 100%.



Scanned with OKEN Scanner

Privitor la habitusul sau fenotipul plantelor androsterile și androfertile, nu există deosebiri marcante între ele.

Sursele pentru androsterilitate trebuiesc căutate printre soiurile locale și soiurile ameliorate.

Sistemul producerii de sămînță hibridă cuprinde linii androsterile, linii menținătoare a androsterilității și linii restauratoare de fertilitate.

O greutate care poate interveni, dar poate fi rezolvată, este aflarea surselor pentru liniile de menținere a fenomenului de androsterilitate.

Pentru depistarea androsterilității, menținerii androsterilității și restaurarea fertilității, sursele respective, aflate în cadrul materialului biologic (soiuri locale și soiuri ameliorate), se sesizează în faza de înflorire.

La soiurile androsterile, staminele sînt împinse afară, la fel ca la plantele androfile, dar rămîn închise. Formele androsterile se caracterizează prin polen nedezvoltat și degenerat. Florile plantelor androsterile rămîn deschise pînă în momentul polenizării cu polen fertil de la alte plante. În anterele florilor androsterile lipsește amidonul și se află o cantitate mică de ARN. Cantitățile mici de aminoacizi din anterele florilor androsterile este o dovadă a perturbărilor metabolice care determină inhibarea formării polenului normal.

Androsterilitatea este determinată de gena recesivă *ms* în prezența citoplasmei sterile (*S*).

Pentru instaurarea fertilității intervine o genă sau o alelă dominantă homozigotă sau heterozigotă.

Formele de androsterilitate, menținătoare de androsterilitate și restauratoare de fertilitate, sînt depistate în al doilea an de descendență a hibridului soi donator × și soiul *A* (care urmează a fi transformat în liniile amintite).

**Androsterilitatea la orz.** Cu problema androsterilității la orz s-au ocupat JOMES și LUND (1965), declanșînd fenomenul cu ajutorul giberelatului de potasiu.

Androsterilitatea citoplasmatică la orz este determinată de mai multe gene din seria *nis*.

Primele cercetări privind androsterilitatea la orz aparțin lui SUNESON, care în anul 1945 a introdus fenomenul de sterilitate masculă la un număr mare de soiuri de orz de primăvară (MUREȘAN-CRĂCIUN, 1971).

Din cauza asemănării staminelor, deosebirile dintre formele androsterile și formele androfertile de orz sînt greu de sesizat la începutul înfloritului. Deosebirile încep să se manifeste abia după 2—4 zile de la înflorit, cînd polenul formelor androsterile, colorat cu iodură de potasiu rămîne necolorat și cu zbîrcituri caracteristice. Polenul fertil, după acest tratament, se prezintă de formă rotundă, nezbîrcit și de culoare închisă pînă la negru specific.

Orzul prezintă puține surse pentru restaurarea fertilității, îngreuind folosirea androsterilității în producerea de sămînță hibridă. Astfel de forme trebuiesc căutate în cadrul materialului biologic existent, sau create pe cale experimentală.

Staminele formelor androsterile sînt mai mici și de culoare palidă. La ieșirea din ultima frunză, formele sterile prezintă glumele deschise și cu ovar normal dezvoltat.



Scanned with OKEN Scanner

Sterilitatea la orz este determinată de numeroase gene, dintre care să amintim : *ds* (factorul pentru desinapsis), *ga* (factorul gametofitic), *sc* (factorul care produce scurtarea cromozomilor), *ni* (factorul policarpic) și *ms* (factorul de androsterilitate). Factorul *ms* este de fapt cel mai important pentru obținerea formelor materne androsterile folosite în producerea de sămînță hibridă.

Determinismul genetic al androsterilității la orz indică peste 20 de gene determinatoare a fenomenului de androsterilitate, gene recesive de tipul *ms ms*.

Dintre genele *ms* au fost identificate genele $ms_6$, $ms_{14}$ în cromozomul 1, $ms_2$ și $ms_3$ în cromozomul 2 ; $ms_5$ în cromozomul 4 ; $ms_4$ și $ms_{20}$ în cromozomul 5 și $ms_{16}$ și $ms_{19}$ în cromozomul 7.

Folosirea practică a genei pentru androsterilitate (*ms*) în producerea de sămînță hibridă la orz a fost posibilă numai după descoperirea înlănțuirii dintre această genă și gena *ddt*, care determină reacția de rezistență la DDT.

La orz a fost pus în evidență și tipul de androsterilitate nucleo-citoplasmatică, identificat de SCHOOLEN (1967), la hibridul complex (*Hordeum jubatum*×*Hordeum compressum*)×(*Hordeum bullosum*×*Hordeum vulgare*).

Sistemul sterilității mascule cuprinde mutante spontane de tip *ms*, care sub formă heterozigotă produc în $F_1$ trei plante fertile la o plantă androsterilă.

Sistemul androsterilității nucleo-citoplasmatice, care va deveni utilizabil atunci cînd vor fi identificate și forme restauratoare de fertilitate.

Paralel se fac cercetări pentru sterilizarea chimică a polenului, folosind, în acest scop, substanțe gametocide selective.

**Androsterilitatea la orez.** Primele forme androsterile la orez au fost cele observate la hibrizii din cadrul *proles japonica* și *proles indica*, fiind atribuite factorilor genetici situați în citoplasmă.

Au fost descoperite și forme pentru menținerea sau fixarea androsterilității.

Formele amintite au fost puse în evidență de către SHINJO în anul 1969, la soiul de orez Bir-co, hibridat cu soiuri californiene.

Androsterilitatea la orez este frecventă, fiind condiționată monogenic recesiv.

În afara acestui tip de androsterilitate genică, la orez a fost pusă în evidență și androsterilitatea nucleo-citoplasmatică, care a apărut în urma hibridării între forme aparținînd ramurilor indica și japonica. Acest tip de sterilizare masculă este determinat de interacțiunea nucleo-citoplasmatică.

La hibrizii interspecifici, și anume la cei dintre specia cultivată și speciile spontane, se constată o sterilitate accentuată cauzată de perturbările din meioză.

Hibridul are sterilitate interspecifică, prezintă o variabilitate foarte mare, îndeosebi în generația întîi și a doua hibridă. În unele cazuri apar și hibrizi interspecifici cu fertilitate destul de mare, ca de pildă la hibridul *Oryzae sativa*×*Oryzae fatua*.



Scanned with OKEN Scanner

**Androsterilitatea la porumb.** Primele cercetări privind folosirea androsterilității la porumb au fost făcute de către RHOADES, în anul 1931, care polenizînd forme androsterile aflate într-o populație de porumb cu forme androfertile a obținut o descendență androsterilă. După descoperirea tipului de androsterilitate *T* (Texas), de către MANGELSDORF în anul 1951, la soiul de porumb mexican June, androsterilitatea a început să fie folosită în scopul producerii pe scară mare a porumbului hibrid.

Fenomenul de androsterilitate la porumb, la fel ca la alte plante cultivate, se moștenește pe linie maternă, pe cale citoplasmatică și pe baza factorilor genetici situați în citoplasmă. Prin hibridare dirijată se reușește transplantarea genomului sexual patern în citoplasma celulei sexuale materne.

Cele mai importante și primele folosite în tehnologia porumbului hibrid au fost tipurile de androsterilitate de Texas (*T* sau *Tms*), descoperit de MANGELSDORF și tipul de androsterilitate moldovenesc, identificat într-o populație de porumb din Moldova, de către GALEEV și HADJINOV, în anul 1953—1954.

Numeroase și diferite sînt tipurile de androsterilitate la porumb, de la tipul complet androsteril, pînă la tipul parțial sau semiandrofertil. Au fost scoase în evidență și forme androsterile nerestauratoare de fertilitate, precum și forme androsterile capabile de restaurarea fertilității.

Cele mai bogate surse de androsterilitate sînt de tipul Texas și Moldovenesc, folosite pînă în ultimii ani în obținerea heterozisului la porumb. La tipul Texas începînd cu anul 1970 s-a renunțat cînd s-a constatat atac masiv de *Helminthosporium maydis* și *Phyllostica maydis* la toți hibrizii produși pe baza citoplasmei *Tms*. Această corelație pozitivă între androsterilitatea citoplasmatică de tip Texas și sensibilitatea la bolile amintite a determinat renunțarea la androsterilitatea citoplasmatică de tip Texas, trecîndu-se din nou la castrarea manuală a liniei și hibridului simplu matern. Cercetătorii au organizat studii pentru găsirea altui tip de androsterilitate. Sursele de androsterilitate de tipul *C* și *S* s-au constatat complet rezistente la *Helminthosporium maydis*.

În acest scop s-au propus 2 scheme pentru liniile consangvinizate cu androsterilitate nucleară pentru producerea de porumb hibrid rezistent la helminthosporioză.

*Schema 1*

Obținerea liniilor androsterile materne

| Rîndul matern | | Rîndul patern | | Descendența | |
|---|---|---|---|---|---|
| o | $\frac{ms}{ms}$ + | $\frac{N}{N}$ — | o | + | Ds |
| o | + | — | o | + | N |
| Linia cons. *A* | | Linia cons. *B* | | Linia cons. androsterilă $\left(\frac{ms}{ms}\right)$ *A* | |
| Linia cons. *A* | | Linia cons. *B* | | Hibrid androsteril $\left(\frac{ms}{ms}\right)$ (*A*×*B*) | |



Scanned with OKEN Scanner

În schema 2 se prezintă modul de obținere a diferitelor categorii de hibrizi, folosindu-se androsterilitatea genică.

*Schema 2*

Obținerea hibridului simplu, hibridului triliniar și hibridului dublu, pe bază de linii androsterile materne și linii androsterile paterne restauratoare de fertilitate

| Rîndul matern | Rîndul mascul | Hibrid pentru producție |
|---|---|---|
| Linia consangvinizată | Linia consangvinizată standard | Hibridul simplu |
| $A\left(\frac{ms}{ms}\right)$ | Linia $B\left(\frac{+}{+}\right)$ | $(A\times B)\left(\frac{ms}{+}\right)$ |
| Hibridul $(A\times B)$ | Linia consangvinizată standard | Hibridul triliniar |
| $\left(\frac{ms}{ms}\right)$ | Linia $C\left(\frac{+}{+}\right)$ | $(A\times B)\times C\left(\frac{ms}{+}\right)$ |
| Hibridul $(A\times B)$ | Hibridul standard | Hibridul dublu |
| $\left(\frac{ms}{ms}\right)$ | $(C\times D)\left(\frac{+}{+}\right)$ | $(A\times B)\times(C\times D)\left(\frac{ms}{ms}\right)$ |

Liniile materne androsterile, precum și cele pentru restaurarea fertilității se obțin prin back-cross repetat, folosind surse existente și au la bază înlănțuirea genică dintre genotip și citoplasmă.

De cele mai multe ori însușirea de androsterilitate este heterozigotă, iar cea de restaurare a fertilității homozigotă. Cercetările genetice scot în evidență formula genetică *RfRf* pentru liniile restauratoare de fertilitate și *rfrf* pentru cele nerestauratoare.

Cînd genele recesive pentru androsterilitate devin dominante, fenomenul de androsterilitate se transformă în fenomen de restaurare a fertilității.

Interacțiunea genetică dintre genele recesive situate în nucleu și modificările plasmogene din citoplasmă determină fenomenul de androsterilitate, iar interacțiunea dintre genele dominante din nucleu și modificările din citoplasmă determină apariția fenomenului de restaurare a fertilității.

Așa cum rezultă și din cercetările întreprinse de NEGOESCU (1972), selecția individuală riguroasă între liniile androsterile și în interiorul lor are o deosebită importanță în obținerea de linii androsterile toale, de restaurare totală a fertilității sau linii menținătoare de androsterilitate.

Studii privind obținerea de porumb hibrid, pe bază de androsterilitate și restaurare de fertilitate s-au făcut și la noi în țară, la I.C.C.P.T. Fundulea sau la stațiunile agricole experimentale (SARCA Vasilica — BARBU, 1982 ; RUSANOVSCHI, 1972) și alții.

Identificarea surselor valoroase de androsterilitate și restaurare de fertilitate este de mare importanță practică.

În tabelul 44 prezentăm cîteva surse de androsterilitate citoplasmatică la porumb.



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 44*

Surse de androsterilitate citoplasmatică la porumb

| Soiurile și hibrizii de porumb | Autorul |
|---|---|
| Soiul american, Mexican June și soiurile rezultate din acesta: Golden June, Red June și Honey June | Roger, Edwardson (1952), Jones Stinson și Khoo (1957) |
| Linia consangvinizată din soiul Golden June | Rogers, Edwardson |
| Hibridul Golden June×porumbul zaharat | Rogers, Edwardson |
| Porumburile cu bobul galben, indurata din Moldova | Hadjinov |
| Porumburi cu bobul galben, indurata din Turcia | Jones, Stinson și Khoo (1957) |
| Porumburi cu bobul galben, indurata din Brazilia | Briggle, Jones, Stinson și Khoo |
| Porumbul VySy J V 16 din colecția genetică | Briggle, Jones, Stinson și Khoo |
| Idem B-9 Bg și Su | Jones, Stinson și Khoo |
| Hibridul Penna Si-6×Pendale sweet corn | Jones, Stinson și Khoo |
| Hibridul iojaps×forma normală | Jones, Stinson și Khoo |
| Hibridul (463×471)×2 077 | Jones, Stinson și Khoo |
| Hibridul 33—16×Mo 2 RF | Josephson și Jenkins (1978) |

**Androsterilitatea la floarea-soarelui.** Cei mai valoroși hibrizi de floarea-soarelui, cultivați tot mai mult în ultima vreme, sînt cei simpli, obținuți pe bază de androsterilitate.

Fenomenul androsterilității la floarea-soarelui este mai frecvent la liniile consangvinizate (floarea-soarelui fiind o plantă alogamă) și mai rar întîlnit la soiurile ameliorate și populațiile locale. Specific și destul de frecvent este și la hibrizii interspecifici. Printre cercetătorii care s-au ocupat cu androsterilitatea la floarea-soarelui amintim pe KUPTOV, PUTT, HEISER, LECLERQ și alții, precum și VRÎNCEANU, STOENESCU, RUSANOVSCHI și alții din țara noastră.

Cercetări privind natura genetică a androsterilității florii-soarelui au fost întreprinse atît de cercetătorii amintiți, cît și de alții ca GUNDAEV, KONORSKI, STOIANOVA și alții.

Androsterilitatea la floarea-soarelui este o însușire genetică determinată de prezența și acțiunea unor gene recesive, de tipul *ms*, care acționează separat sau în interacțiune cu alte gene determinatoare a altor însușiri sau caractere.

După LECLERQ, formele androsterile de floarea-soarelui au tipul genetic *ttmsms*, iar formele sau plantele normale androfertile au genotipul *TtMsms*, primele prezintă plantule de culoare verde, iar secundele (androfertile) au plantule de culoare violacee.

Primul hibrid de floarea-soarelui produs pe bază de androsterilitate este hibridul francez INRA 6501, și anume, pe bază de androsterilitate monogenică.



Scanned with OKEN Scanner

Încrucișarea repetată sau back-cross-ul repetat este metoda clasică de obținere de linii androsterile și restauratoare de fertilitate de floarea-soarelui.

Nu toate speciile de floarea-soarelui sînt surse bune de forme androsterile. Cea mai bogată în aceste forme și mai des folosită, inclusiv pentru forme restauratoare de fertilitate, este specia *Helianthus petiolaris*. Prin încrucișarea ei cu specia cultivată (*Helianthus annuus*) au fost obținute primele forme androsterile.

Descoperirea androsterilității citoplasmatice a deschis perspectivă creării de hibrizi simpli, de mare productivitate și de calitate superioară, îndeosebi bogați în ulei.

Pentru floarea-soarelui, cea mai importantă este androsterilitatea nucleo-citoplasmatică, în cadrul căreia pot fi scoase în evidență plantulele fertile din forma maternă și eliminate la timp, înaintea fazei de înflorire.

Același material biologic, soiuri, populații, hibrizi și specii, conțin formele androsterile, precum și cele restauratoare de fertilitate.

VRÎNCEANU și STOENESCU (1970), cercetînd testarea citoplasmei la floarea-soarelui în relație cu genele pentru androsterilitate, ajung la rezultate importante, teoretice și aplicative, și anume, identificarea genelor recesive de tipul *ms* pentru androsterilitate și relația dintre aceste gene și citoplasmă, care permite realizarea unui sistem geno-citoplasmatic, baza formelor și liniilor complet androsterile, precum și un sistem genetic pentru identificarea formelor de fixare și menținere a însușirii de androsterilitate.

Sursele de androsterilitate, inclusiv cele de restaurarea fertilității, se găsesc la materialul biologic existent, soiuri și populații de floarea-soarelui, îndeosebi cele diferite ca proveniență.

Idiotipul sau formula genetică a formelor androsterile este (*S*) *ms ms*, adică exteriorizarea alelelor recesive pentru androsterilitate este posibilă numai în prezența citoplasmei sterile.

Privitor la natura genetică a citoplasmei de floarea-soarelui, cercetări ca cele întreprinse de LECLERQ și colab. (1969), de VRÎNCEANU și STOENESCU (1970) demonstrează existența diferențelor între speciile cultivate și speciile sălbatice de floarea-soarelui.

Autorii scot în evidență identificarea citoplasmei la toate soiurile, populațiile și liniile de floarea-soarelui din cadrul speciei cultivate (*Helianthus annuus*), fenomenul androsterilității realizîndu-se prin factorii genetici situați în nucleu, deși există și unele excepții.

Autorii amintiți ajung la concluzia că cea mai bună cale de obținere de forme androsterile citoplasmatice la floarea-soarelui este calea transferării genomului de la *Helianthus annuus* (specia cultivată) în citoplasma speciilor sălbatice.

**Androsterilitatea la sfecla de zahăr.** Multe dintre soiurile actuale de sfeclă de zahăr au la baza lor forme parentale sau linii consangvinizate androsterile și restauratoare de fertilitate.

Formele androsterile de sfeclă de zahăr se identifică încă în faza de butași, cînd floarea este închisă sau în ajun de deschidere. În această fază

florală, butonii florali se deschid prin secționare transversală și se observă modul de dezvoltare al staminelor.

Florile fără polen sau cu polen steril prezintă antere albe transparente, zbîrcite și indehiscente.

Formele semiandrosterile se prezintă din punct de vedere fenotipic asemănător celor complet androsterile, dar au cantități mici de polen fertil și o mare parte polen degenerat.

Formele fertile normale prezintă, după cum se știe, antere de culoare galbenă, normal dezvoltate, pline cu polen dezvoltat și viabil.

Spre deosebire de alte plante cultivate, androsterilitatea la sfeclă se caracterizează printr-o instabilitate caracteristică, determinînd formarea și apariția a tot felul de polen, de la complet steril la complet fertil, în diferite proporții, în funcție de raportul genetic citoplasmă-nucleu.

La fel ca la alte culturi și îndeosebi la culturile de plante alogame, heterozisul la sfeclă necesită în mod obligatoriu linii consangvinizate materne androsterile și linii consagvinizate paterne restauratoare de fertilitate și cu cea mai bună capacitate combinativă.

Cel care a descoperit androsterilitatea citoplasmatică la sfeclă a fost QWEN, care a descoperit și linia pentru menținerea fenomenului de androsterilitate, linie cunoscută sub numele de „0".

Cele două tipuri de androsterilitate, citoplasmatică și menținătoare de androsterilitate, precum și tipul restaurator de fertilitate se găsesc în cadrul actualelor soiuri și hibrizi de sfeclă. Frecventă la sfecla de zahăr este și androsterilitatea nucleo-citoplasmatică.

O caracteristică a sfeclei, rezultată din modul de reproducere și anume, pentru hibrizii simpli, este faptul că nu necesită forme restauratoare de fertilitate. Numai în cazul hibrizilor dubli, cînd avem nevoie de semințe hibride, se folosesc și forme restauratoare de fertilitate.

În cazul sfeclei, prin combinarea fenomenului de androsterilitate cu fenomenul de triploidie și monogermie se realizează soiuri de sfeclă triploidă și monogermă de mare valoare economică. Soiurile triploide valoroase rezultă și din hibridarea sfeclei tertaploide cu sfecla diploidă.

Privitor la genetica androsterilității la sfeclă, formele total androsterile prezintă formula genetică *Sxxzz*, formulă care arată interacțiunea dintre genele recesive *xxzz* din nucleu și citoplasmă sterilă (*S*). Linia „0" pentru menținerea fenomenului de androsterilitate are formula genetică *Nxxzz* sau interacțiunea dintre citoplasma normală și cele două gene recesive (*xxzz* amintite).

Cercetările întreprinse de către QWEN în anul 1945 scot în evidență următoarele tipuri de sfeclă : *total sterile* cu genotipul *Sxxzz ; semisterile de tip I* la care unul din cele două locusuri este homozigot dominant sau recesiv, iar celălalt heterozigot avînd genotipurile *(S) Xxzz, (S) XXzz, (S) xxZZ* și *(S) xxZz* și *semisterile de tipul II*, în care unul sau ambele locusuri pot fi monozigote dominant sau heterozigote, cu genotipul *(S) XxZz, (S) XXZz, (S) XxZZ, (S) XXZZ.* Așa cum s-a mai spus, androsterilitatea completă are genotipul *(S) xxzz,* iar în unele cazuri *(S) xxZz.*

Formele cu polen fertil (liniile androfertile) se notează cu genotipul *(N) XXZZ* (STĂNESCU și RIZESCU, 1975).



Scanned with OKEN Scanner

Spre deosebire de tipurile de androsterilitate, care au la bază citoplasma sterilă *(S)*, linia „0", descoperită de QWEN, are la bază citoplasma normală *(N)*.

În producerea de sămînță hibridă se recomandă folosirea formelor cu androsterilitate totală.

**Androsterilitatea la sorg.** Folosind androsterilitatea și restaurarea fertilității se realizează cei mai valoroși hibrizi de sorg, productivi și de calitate.

Cercetările inițiate de STEPHENS și HOLLAND au permis cunoașterea și descrierea formelor androsterile și restauratoare de fertilitate la sorg. Se cunoaște atît androsterilitatea citoplasmatică, cît și androsterilitatea nucleo-citoplasmatică, prima fiind cea mai importantă. Hibrizii de sorg obținuți pe bază de androsterilitate realizează sporuri de producție de 25—30%.

Prima sursă de androsterilitate la sorg, inclusiv a androsterilității citoplasmatice, a fost descoperită la hibridul *Sorghum caffrorum*×*Sorghum durra*.

Florile androsterile de sorg se caracterizează prin lipsa totală de polen.

Selecția recurentă sau back-cross-ul este metoda clasică de obținere de forme androsterile, menținătoare de androsterilitate și restauratoare de fertilitate.

Prezența în citoplasma sterilă *(S)* a genelor dominante *MS* determină apariția formelor restauratoare de fertilitate. Formele androsterile cu citoplasmă sterilă *(S)* au, așa cum s-a spus, gena recesivă *ms*.

Ca surse de androsterilitate și restaurare a fertilității pot fi folosite și varietățile *arundinaceum, sudanense* și *nilaticum*, în afara celor cuprinse în cadrul speciei *Sorghum durra*.

Pentru formele sau liniile menținătoare de androsterilitate se folosesc ca sursă biologică speciile *Sorghum sacharatum, Sorghum caffrorum* și *Sorghum cafer*.

Înainte de a fi folosite ca genitori, formele androsterile și restauratoare de fertilitate se testează. Numai cele la care fenomenul de androsterilitate și restaurare de fertilitate este prezent în proporție de 100% se folosesc, celelalte se elimină.

Frecvența formelor androsterile și restauratoare de fertilitate este prezentă într-o intensitate mai mare la materialul biologic heterozigot și mai mică la materialul homozigot.

**Androsterilitatea la tutun.** Primele forme androsterile la tutun au fost sesizate de FAST, în anul 1932.

Importantă este androsterilitatea nucleo-citoplasmatică, identificată la mai mulți hibrizi interspecifici.

Surse de androsterilitate și restaurare a fertilității se găsesc la soiurile și hibrizii din producție și se obțin după metoda clasică sau metoda back-cross. Hibrizii la care au fost identificate formele de androsterilitate și restauratoare de fertilitate sînt : *Nicotiana tabacum*×*Nicotiana undulata, Nicotiana tabacum*×*Nicotiana paniculata, Nicotiana tabacum*×*Nicotiana glutinosa* ș.a.



Scanned with OKEN Scanner

Genotipul androsteril este $rf_1rf_1rf_2rf_2$ *(ms)*, iar cel pentru menținerea androsterilității $rf_1rf_1rf_2rf_2$ *(Mt)*.

În cazul formelor restauratoare de fertilitate, genele amintite acționează ca gene dominante.

Forme androsterile la tutun au fost obținute și de CLAYTON, care a transferat această însușire de la mai multe specii sălbatice, printre care *Nicotiana debueya* și *Nicotiana megalisiphau*.

Lucrările pentru restaurarea fertilității constau în polenizarea liniei sterile $A^{ms}$ cu o sursă restauratoare aleasă $B^{RR}$. Acest lucru are loc în anul I. În al doilea an se încrucișează plantele fertile obținute $(A \times B)$ cu linia $C$, care urmează să devină restauratoare.

În al treilea an se aleg dintre plantele hibride $(A \times B) \times C_1$ cele cu fertilitate completă, asemănătoare cu linia originală și se încrucișează din nou cu linia $C$. În anul al patrulea din plantele hibride $(A \times B) \times C_2$ se aleg plantele cu fertilitate completă, asemănătoare cu linia originală și se încrucișează din nou cu linia $C$. Se repetă operația și în anul al cincilea și al șaselea, obținîndu-se $(A \times B) \times C_5$. În anul al șaptelea se autopolenizează plantele fertile și asemănătoare cu linia originală. În al optălea an se depistează plantele homozigote cu capacitate de restaurare și se aplică selecția, obținîndu-se linii restauratoare ce conțin citoplasmă de tip steril. În cazul cînd se pornește de la o formă sterilă, se procedează astfel : analogul steril $(A^{Ms})$ al liniei $(A)$, care urmează să devină restaurator, se polenizează cu o formă restauratoare $(B^{RR})$. În al doilea an, din descendența hibridă $(A \times B)$ se aleg plante cu fertilitate completă și cît mai asemănătoare cu linia originală. Cu polenul acestor plante se polenizează analogul steril $(A^{Ms})$. În al treilea an, la fel se aleg din descendența hibridă $(A_2 \times B)$, plante cu fertilitate completă și cît mai asemănătoare cu linia originală, cu al căror polen se polenizează analogul steril. La fel se repetă operația în anul al patrulea, al cincilea, al șaselea, obținîndu-se produsul fertil $A^{Ms} \times (A_5 \times B)$. În anul al șaptelea se execută autopolenizarea acestei forme, iar în anul al 8-lea se execută autopolenizarea indivizilor tipici și se aleg plantele homozigote restauratoare. În practica ameliorării plantelor, folosind metoda heterozis, formele restauratoare de fertilitate asigură producerea de sămînță la hibridul $F_0$, obținut pe bază de androsterilitate citoplasmatică. Restaurator de fertilitate mai este și forma naturală, care poartă gene pentru restaurarea fertilității polenului (fertilității formelor androsterile). Formele restauratoare de fertilitate se depistează în cadrul materialului biologic existent. Pentru transferul acestei însușiri la o formă sau linie consangvinizată se folosește metoda back-cross, la fel ca în cazul liniilor androsterile.

**Restaurarea fertilității la grîu,** linii sau soiuri de grîu folosite ca forme paterne androfertile care prin hibridare cu forme materne androsterile restabilesc fertilitatea polenului. Fenomenul se identifică prin încrucișarea cu forme androsterile. Dacă acestea din urmă produc sămînță, forma respectivă este restauratoare. În tabelul 45 sînt redate surse de restaurare la cîțiva hibrizi îndepărtați la grîu.



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 45*

Surse de restaurare a fertilității la grîu

| Sursa de restaurare | Localizare în cromozomi | Autorul |
|---|---|---|
| T. timopheevi × Marquis | 1 A (3 A) | Robertson, Curtis (1967) |
| Nebraska 542437 × Lee | 1 A, 5 A | Talaat, Maan, Lucken (1968) |
| T. timopheevi × Marquis | 1 A, 7 D | Talaat, Maan, Lucken (1968) |
| (T. timopheevi × Ae. squarrosa) × Dirk | 1 A, 5 A, 7 D | Talaat, Maan, Lucken (1968) |
| (T. timopheevi × Ae. squarrosa) × Cantatsh | 6 B, 6 D | Fu Sun Yen, Evans, Larter |
| (T. timopheevi × Ae. squarrosa) × Dirk | 1 A, 7 D | Fu Sun Yen, Evans, Larter |
| (T. timopheevi × Ae. squarrosa) × Körn | 1 A, 6 B | Fu Sun Yen, Evans, Larter |

Factorii genetici care determină această însușire sînt de tipul *Rf* și se află localizați pe cromozomi diferiți și în mai multe locusuri (tabelul 46).

*Tabelul 46*

Back-cross restaurator sau obținerea formei restauratoare de fertilitate (după KIHARA, 1967)

| Mersul hibridărilor | Numărul back-cross-urilor |
|---|---|
| $BB \times AA = A^1A$ | $RB^1$ |
| $A^1A \times AA = A^2A$ | $RB^2$ |
| $A^2A \times AA = A^3A$ | $RB^3$ |
| $A^{n-1}A \times AA = A^nA$ | $RB^n$ |

Genomurile $A^nA$ și $RB^n$ corespund genomurilor inițiale $AA$ și $BB$, $n$ fiind numărul generațiilor care asigură completa transformare a formelor inițiale, în formă androsterilă, respectiv formă restauratoare de fertilitate.

*Fukasawa* a descoperit prima formă restauratoare de fertilitate, comunicînd în 1955 rezultatele polenizării formei androsterile de *Triticum durum* cu forma restauratoare de fertilitate, și anume, *Triticum dicoccoides var. katsijianum*. Plantele obținute au avut însă o creștere slabă și o coacere tîrzie, fertilitatea polenului fiind însă ridicată (86%). În experiențele ulterioare, cînd s-au folosit forme androsterile de *Triticum dicoccoides* și același restaurator, fertilitatea polenului a fost de 97%.

Privitor la formele de restaurare a fertilității polenului, acestea se află în cadrul unor soiuri și specii, ca *T. timopheevi, T. zhukowskyi* sau a unor soiuri ca : Bison, Selkirk, Pembina ș.a. În aprecierea formelor restauratoare trebuie să se țină seama și de influența reciprocă dintre forma androsterilă și forma restauratoare, deoarece restaurarea fertilității hibrizilor $F_1$ depinde atît de restaurator, cît și de genotipul steril.



Scanned with OKEN Scanner

Cercetările arată că fenomenul de restaurare a fertilității este genetic poligenic.

**Restaurarea fertilității la porumb.** Fenomenul este destul de bine cunoscut la această cultură, fiind studiat de o seamă de cercetători, care susțin că este suficientă o singură genă pentru însușirea de restaurare a fertilității la porumb. Gena majoră pentru restaurarea liniilor de tip Texas a fost notată prin $Rf_1$. Au fost puse în evidență și alte gene restauratoare ($Rf_2$ și $Rf_3$), în funcție de tipul respectiv. Restaurarea completă a fertilității polenului necesită prezența în stare dominantă a genelor $Rf_1$ și $Rf_2$, precum și prezența mai multor gene complementare și modificatoare. Gena $Rf_1$ pentru restaurarea fertilității este situată pe brațul lung al cromozomului 3, iar gena $Rf_2$ pe brațul scurt al cromozomului 9.



Scanned with OKEN Scanner

# 7. PRINCIPII ŞI METODE CITOGENETICE DE AMELIORARE

## 7.1. CONSIDERAŢII GENERALE

Citogenetica, ramură a geneticii generale, se ocupă cu cercetarea acţiunii elementelor celulare şi transformările citologice ce au loc în existenţa celulei vii.

Cercetările de genetică moleculară scot în evidenţă, în primul rînd, rolul şi acţiunea acizilor nucleici (ADN şi ARN), precum şi a codului şi reglajului genetic, care stau la baza transformării şi dirijării eredităţii.

Cercetările citogenetice au aplicare teoretică în dezvoltarea principiilor de genetică, precum şi aplicare practică în dezvoltarea sistemului de ameliorare a plantelor şi animalelor.

Cu ajutorul citogeneticii s-a putut evidenţia libera combinare a cromozomilor, variaţia genotipurilor şi gameţilor în hibridare, raportul dintre numărul genelor situate în cromozomi şi numărul combinaţiilor hibride posibile şi altele.

Dintre principiile şi metodele citogenetice cu rol direct în procesul de ameliorare amintim : *crossing-over-ul* sau *recombinarea genelor, linkage-ul* sau *înlănţuirea genelor, adiţia cromozomală, substituţia cromozomală, translocaţia cromozomală* şi *mutageneza* şi *poliploidia.*

## 7.2. CROSSING-OVER ŞI LINKAGE

Crossing-over-ul sau recombinarea genelor este un fenomen genetic care are loc între genele situate în cromozomi perechi.

Identificarea genelor care intervin în crossing-over este de mare importanţă pentru ameliorare, deoarece pot interveni atît gene valoroase, cît şi gene necorespunzătoare scopului de ameliorare.

Aşa cum se cunoaşte, crossing-over-ul este specific diviziunii de reducere cromozomală sau meiozei. Există atît crossing-over generativ (în meioză), cît şi crossing-over somatic (în mitoză).



Scanned with OKEN Scanner

Crossing-over-ul și efectul lui diferă de la o specie la alta, în funcție de genele afectate.

Mecanismul citologic al crossing-over-ului este pus pe seama ruperii cromatidelor și schimbului reciproc de segmente cromatice sau pe seama copierii sau replicării inverse a cromatidelor în timpul sintezei materialului cromozomal (RAICU-NACHTICAL, 1982).

Oricare ar fi explicația genetică, crossing-over-ul este o realitate obiectivă, care interesează îndeaproape procesul de ameliorare a plantelor.

Linkage sau înlănțuirea genelor este un fenomen citogenetic de mare interes pentru tehnologia ameliorării plantelor.

Fenomenul a fost cercetat de către MORGAN la *Drosophila*, așa cum a fost cercetat și crossing-over-ul, care arată că linkage-ul se manifestă numai în cazul genelor plasate în același cromozom. Linkage-ul este o abatere de la legea stabilită de către MENDEL, sau cazul genelor plasate pe cromozomi diferiți, cînd transmiterea ereditară a caracterelor se face independent.

O caracteristică a linkage-ului este aceea că numărul grupelor de linkage sau de înlănțuire este, în toate cazurile, egal cu numărul perechilor de cromozomi.

Pentru lucrările de ameliorare, fenomenul linkage-ul sau înlănțuirea genică prezintă deosebită importanță, deoarece linkage-ul între gene favorabile și gene nefavorabile nu este dorit.

Sînt și cazuri de excepție, cînd genele situate în același cromozom nu se transmit înlănțuite. Și aceste cazuri excepționale trebuiesc cunoscute de către ameliorator.

## 7.3. ADIȚIA CROMOZOMALĂ

Fenomen citogenetic, care constă în adăugarea la o formă inițială a unei perechi de cromozomi străine de la o altă formă. Forma căreia i s-a adăugat o pereche de cromozomi străini poartă numele de *linie de adiție cromozomală*.

Perechea suplimentară de cromozomi poate fi de la o altă specie, cînd avem *linie de adiție cromozomală interspecifică*.

Dacă perechea de cromozomi străini, suplimentari, provin de la un alt gen, avem *linie de adiție cromozomală intergenerică*.

Scopul acestor operațiuni citogenetice, de adiție cromozomală, este îmbogățirea liniei primitoare cu gene valoroase de la o altă specie sau un alt gen. Obținerea de linii de adiție cromozomală se realizează la orice plantă cultivată, în toate cazurile cînd dorim să îmbunătățim baza genetică a plantelor, în procesul de ameliorare.

Adiția cromozomală, substituția cromozomală și translocația cromozomală, despre care o să vorbim în continuare, sînt considerate metode citogenetice de ameliorare a plantelor.



Scanned with OKEN Scanner

Trebuie să fim însă atenți, ca o dată cu adiția perechii străine de cromozomi să nu introducem și gene necorespunzătoare din punct de vedere al ameliorării. În acest scop trebuie cercetate și cunoscute din punct de vedere genetic speciile sau genurile străine, de la care urmează să aplicăm adiția cromozomală.

În cazul grîului se cunosc linii de adiție cromozomală între *grîu* × *secară*, între *grîu* × *Aegilops*, între *grîu* × *Agropyron* și altele (CEAPOIU, 1972).

Cu ajutorul liniilor de adiție interspecifice sau intergenerice, se ameliorează însușirile de rezistență la boli, dăunători și secetă, precum și alte însușiri și caractere de soi.

Linia care primește perechea străină de cromozomi este cea receptor, iar specia sau genul străin care transmite perechea sa de cromozomi este o formă donatoare.

Liniile de adiție cromozomală interspecifică sau intergenerică prezintă un număr diferit de cromozomi, atît față de forma sa inițială, cît și față de specia sau genul donator. În toate cazurile prezintă o pereche de cromozomi în plus față de forma inițială.

Pe lîngă unele aspecte negative, liniile de adiție, alături de liniile de substituție și translocație cromozomală, constituie un material biologic de mare valoare genetică și economică.

Pentru obținerea variabilității genetice străine este necesară adiționarea unui cromozom sau unei perechi de cromozomi de la speciile înrudite.

Adiția cromozomală permite identificarea cromozomilor speciei sau genului donator ce poartă însușiri și gene valoroase.

Liniile de adiție, purtătoare de gene străine reprezintă o etapă importantă în ameliorare, o cale de acumulare de gene favorabile.

Adiția cromozomală este o metodă eficace de obținerea de material inițial de ameliorare și de obținerea de forme rezistente la boli, cum este rugina și alți agenți patogeni.

Din punct de vedere al geneticii aplicate, liniile de adiție furnizează date prețioase despre cromozomii adiționali, proveniți de la alte specii sau genuri. Cu ajutorul adiției cromozomale se pot localiza genele care determină un anumit caracter sau o anumită însușire de soi, pe fiecare cromozom. De asemenea, ea permite identificarea cromozomilor speciei donatoare. Valoroase sînt acele linii de adiție care, o dată cu încorporarea caracterului dorit, nu afectează însușirile biologice ale soiului recipient.

Adiția cromozomală este o metodă eficace. O serie de însușiri de soi și îndeosebi rezistența la boli se realizează cu ajutorul ei.

Din punct de vedere teoretic și practic, liniile de adiție furnizează date prețioase despre cromozomii adiționați, proveniți de la o altă specie sau alt gen.

Cu ajutorul liniilor de adiție grîu-secară sau grîu-orz se pot localiza genele care determină un anumit caracter sau o anumită însușire genetică, pe cromozomii de secară sau orz adiționați.

Adiția de cromozomi permite identificarea cromozomilor speciei sau genului donator, adică o sursă de gene valoroase.



Scanned with OKEN Scanner

Liniile de adiție, prin posibilitatea de manifestare de material genetic străin, reprezintă o etapă importantă și necesară în folosirea resurselor genetice ale speciilor sau genurilor înrudite pentru îmbogățirea germoplasmei plantei luate în ameliorare (GIURA, 1983).

## 7.4. SUBSTITUȚIA CROMOZOMALĂ

Metodă citogenetică de transferare în genotipul unui soi sau specie a unor gene valoroase, de la un alt soi sau specie.

La fel ca în cazul adiției cromozomale, cu ajutorul substituției cromozomale se realizează transferul de gene valoroase, împreună cu însușiri sau caractere valoroase, ca rezistența la boli, ger sau secetă.

De modul de alegere și folosire a formei donatoare, prin substituție cromozomală se pot transfera și alte însușiri de soi, valoroase, inclusiv capacitatea de producție și calitatea.

Liniile de substituție, în funcție de natura donatorului, pot fi : *linii de substituție cromozomală interspecifice* sau *linii de substituție cromozomală intergenerice*. Nu sînt excluse nici *liniile de substituție intraspecifice*. Pentru obținerea liniilor de substituție cromozomală sînt necesare, mai întîi, lucrări de transformare a formelor primitoare în forme nulisomice sau monosomice, așa cum a procedat SEARS și alți cercetători la grîu. După această etapă urmează substituția cromozomală propriu-zisă, și anume, transferul de cromozomi străini, de la forma (soi, specie, gen) donatoare.

Liniile de substituție cromozomală diferă, din punct de vedere genetic, prin genele primite de la donator, în rest prezintă aceeași contribuție genetică, la fel cu forma recipientă inițială.

De mare eficacitate genetică sînt liniile de substituție cromozomală intraspecifice, între soiuri valoroase aparținătoare aceleiași specii.

Dintre riscurile ce se pot ivi, avem posibilitatea pierderii unor gene valoroase situate în cromozomul formei recipiente ce urmează a fi înlocuit sau transferat unor gene necorespunzătoare ce pot exista în cromozomul ce urmează a fi transferat din partea donatorului. Aceste riscuri genetice au fost amintite și în cazul adiției cromozomale, care pot fi însă evitate prin aplicarea unor procedee genetice specifice.

Metoda substituției folosește forme la care cel puțin una din perechile de cromozomi ale soiului recipient este înlocuită cu o pereche de cromozomi străini, din partea donatorului.

Pentru obținerea substituției cromozomale se folosesc de obicei forme monosomice ale genitorului recipient, care se încrucișează cu forma donatoare.

SEARS și alți cercetători (GIURA, 1983) scot în evidență rolul liniilor de substituție în analiza genetică a caracterelor calitative, dar mai ales a caracterelor genetice cantitative.



Scanned with OKEN Scanner

Avînd o fertilitate completă, liniile de substituție pot fi înmulțite și experimentate în condiții similare soiurilor obișnuite.

Prin compararea liniilor de substituție cu recipientul sau donorul se pot identifica cromozomii donorului cu genele lor respective. Pentru determinarea numărului de gene și a poziției lor în cromozomi, linia de substituție se încrucișează cu soiul recipient.

Liniile de substituție permit analiza genetică a caracterelor calitative și îndeosebi a caracterelor cantitative. Avînd o fertilitate normală, liniile de substituție pot fi înmulțite și experimentate în condiții obișnuite, similare soiurilor de cultură.

Așa cum se cunoaște, liniile de substituție pot fi folosite la : identificarea cromozomilor purtători de gene martor pentru caracterele calitative ; la determinarea numărului de gene și al relațiilor de dominanță ; la identificarea cromozomilor purtători de gene pentru caracterele cantitative și la determinarea numărului de gene și alcătuirea hărților genetice (hărților cromozomale).

Așa cum s-a amintit, în substituția cromozomală, cel puțin una din perechile de cromozomi ale unui soi (soi recipient) este înlocuită cu o pereche de cromozomi de la un alt soi (soi donator). Între soiurile recipient și donator pot fi deosebiri interspecifice sau intergenerice.

Substituția cromozomală permite identificarea cromozomilor purtători de gene majore (oligogene) pentru caracterele calitative, dar mai ales identificarea cromozomilor purtători de poligene pentru caracterele cantitative.

Liniile de substituție permit atît determinarea numărului de gene, cît și poziția lor în cromozom, contribuind la alcătuirea hărților cromozomale. În procesul de ameliorare a plantelor, pot fi folosite atît substituția intraspecifică, cît și substituția interspecifică sau intergenerică.

Pentru ca substituția cromozomală să aibă loc și cu efecte practice dorite, între cele două perechi de cromozomi implicate în substituție trebuie să existe o cît mai mare echivalență genetică sau o stare de omologie. Spre deosebire de liniile de adiție, cele de substituție se bucură de o stabilitate citologică și fertilitate mai bună.

Liniile de substituție reprezintă un material biologic de ameliorare mai valoros decît liniile de adiție. La fel ca liniile de adiție și de translocație cromozomală, liniile de substituție contribuie la acumularea de gene valoroase, fiind astfel o bună metodă de ameliorare.

## 7.5. TRANSLOCAȚIA CROMOZOMALĂ

Metodă genetică folosită în cazul transferării sau translocației de segmente cromozomale străine. La fel ca adiția și substituția cromozomală, translocația cromozomală (îndeosebi) elimină posibilitatea de transfer de gene nefavorabile din partea formelor donatoare. În această privință, metodele citogenetice amintite sînt cu mult superioare hibridărilor interspe-



Scanned with OKEN Scanner

cifice și intergenerice, care o dată cu gene favorabile transmit un număr mare de gene nefavorabile străine.

În felul acesta, materialul obținut cu ajutorul metodelor citogenetice și îndeosebi cu ajutorul translocației cromozomale posedă un număr mic de însușiri negative necorespunzătoare scopului urmărit de ameliorare.

Translocația cromozomală poate fi : *cromozomală intraspecifică, interspecifică* și *intergenerică*, în funcție de gradul de înrudire între forma recipientă și forma donatoare.

Prin translocația cromozomală se limitează foarte mult transmiterea de gene nefavorabile, respectiv însușiri de soi nedorite, deoarece sînt implicate segmente mici sau foarte mici de cromozomi purtătoare de gene utile de la alte specii sau genuri.

Liniile de adiție monosomice și disomice se folosesc în fenomenul de translocație cromozomală.

Translocația cromozomală se realizează, după metoda inducției, prin iradiere.

În funcție de momentul aplicării iradierii și de tipul materialului inițial se pot aplica mai multe procedee, elaborate de SEARS, KIMBER, JERSEN, DRISCOLLY și alții (citați de GIURA, 1983).

*Metoda translocației intercalară,* cuprinde întreaga germoplasmă a cromozomilor formelor primitoare sau recipiente, împreună cu un mic segment cromozomal de la forma străină donatoare.

Informații mai precise despre metoda translocației aflăm în lucrările lui SEARS și UIEN HAUES și alții (citați de CEAPOIU, 1972).

Adiția cromozomală și substituția cromozomală sînt metode citogenetice actuale și de importanță mare în ameliorarea genetică a plantelor.

Cu ajutorul translocației cromozomale are loc inserarea segmentului cromozomului străin. Acest lucru se obține cu ajutorul iradierii. Se poate aplica iradierea monosomilor de adiție în timpul microsporagenezei și polenizării sau iradierii semințelor de la formele disomice.

Caracterele și însușirile dorite în cazul iradierii semințelor se urmăresc în $M_2$.

## 7.6. MUTAGENEZA ȘI POLIPLOIDIA

Mutageneza este un fenomen genetic specific numeroaselor plante de cultură și determină apariția unor modificări sau salturi calitative brusce, afectînd schimbări ereditare interne și externe a organismului. Formele mutante, la fel cu formele poliploide, sînt modificări ereditare, cu profunde schimbări metobolice, chimice sau fizice, cu efect genetic.

Mutațiile sînt modificări ereditare în structura genomului, iar poliploidia reprezintă modificări în numărul genomului, și anume, în multiplicarea genomului sau în adăugarea sau micșorarea de număr de cromozomi din cadrul aceluiași genom.



Scanned with OKEN Scanner

Mutațiile reprezintă modificări specifice în structura genetică a ADN-ului.

Cercetătorii care s-au ocupat cu fenomenul mutagenezei au formulat diferite definiții fenomenului mutagen. După HUGO DE VRIES, părintele mutagenezei, prin mutații se înțelege orice modificare ereditară apărută brusc. BAUR definește mutațiile ca pe o variație ereditară apărută în afara procesului hibridologic. GUYENOT consideră mutațiile ca forme brusce, ereditare, apărute spontan sau pe cale experimentală, prin inducție.

Mutațiile sînt modificări cromozomale sau genice apărute în cadrul aceluiași genom. Termenul de mutație se referă la modificările genetice ale materialului biologic care nu afectează numărul de cromozomi, spre deosebire de fenomenul de poliploidie, așa cum vom vedea, care afectează modificări genetice în numărul sau setul cromozomal. Din punct de vedere genetic, mutațiile sînt modificări a secvențelor nucleotidelor din ADN. Organismul nou apărut în urma modificărilor genetice (cromozomale sau genice) poartă numele de *mutant*. Orice mutație este o modificare a materialului genetic, cauzată de factori mutageni.

Timpurile sau categoriile de mutații mai frecvente și mai importante sînt următoarele : *mutații cromozomale,* care afectează porțiuni ale cromozomilor, cunoscute și sub denumirea de aberațiuni cromozomale, cunoscute în genetică sub denumirea de deleție, duplicație, inversie, translocație etc. ; *mutații genice,* care afectează o genă sau o parte a acesteia, inclusiv o singură nucleotidă ; *mutații citoplasmatice,* care afectează modificări în structura materialului genetic din citoplasmă ; se cunosc și sub numele de *mutații de plasmon.*

După modul de manifestare avem : mutații mari sau *macromutații* și mutații mici sau *micromutații.* Mutațiile mari determină modificații profunde în patrimoniul genetic al organismului și în multe cazuri fără efect pozitiv în evoluție sau în ameliorare, iar micromutațiile determină modificări mai puțin profunde și constituie baza evoluției și ameliorării.

După sensul modificării avem : *mutații înainte* — care determină apariția de caractere noi și *mutații înapoi* sau retromutații — care duc la apariția și manifestarea vechiului caracter și nu prezintă importanță practică.

După natura caracterului apărut avem : *mutații morfologice, mutații fiziologice* și *mutații biochimice.* Toate aceste tipuri prezintă importanță practică pentru ameliorare.

După gradul de vitalitate a organismului avem : *mutații letale, mutații semiletale,* ambele de nici un folos practic sau vătămătoare, precum și *mutații vitale* și *supravitale,* importante pentru evoluție și ameliorare, dar care apar destul de rar.

După tipul de celule afectate avem : *mutații somatice* — care afectează celulele corpului, importante în ameliorarea plantelor cu reproducere vegetativă (pomi fructiferi, specii ornamentale, cartof etc.) și *mutații gametice,* care afectează celulele reproducătoare sau generative, importante pentru procesul de ameliorare.

După natura lor, mutațiile pot fi : *mutații naturale* sau spontane și *mutații artificiale* sau provocate, cu importanță practică.

Pentru obținerea formelor mutante se acționează cu diferiți agenți sau factori mutageni, în funcție de specie sau organ, supus inducției și în func-



Scanned with OKEN Scanner

ție de reacția față de acești factori sau gradul de radiosensibilitate. Pentru depistarea formelor mutante valoroase se aplică selecția și ameliorarea mutantelor.

Ca factori pentru obținerea mutațiilor se folosesc razele X sau razele Röntgen, razele izotopilor radioactivi (beta, gamma și alfa), electronii rapizi, neutronii rapizi și termici, razele ultraviolete, șocuri de temperatură, diferite substanțe chimice etc. Cele mai bune rezultate se obțin cu ajutorul razelor X și a izotopilor radioactivi.

Iradierea se aplică în diferite faze de vegetație, de regulă se iradiază semințele încolțite sau umezite și vîrfurile vegetative sau organele florale. Efectul iradierii depinde de doza de raze, care se măsoară în unități Röntgen (r = unitate Röntgen ; kr = 1 000 r). Dozele mici acționează numai ca stimulente de creștere, iar dozele prea mari pot fi mortale. Dozele optime se stabilesc pe cale experimentală. Cercetările scot în evidență cîteva doze mortale, și anume, 25 kr pentru orz și 8—12 kr pentru mazăre și alte leguminoase pentru boabe, 25 kr pentru sfeclă, 45—50 kr pentu in, 7—8 kr pentru cînepă, 4—5 kr pentru floarea-soarelui, 15—20 kr pentru grîu și ovăz, 30—40 kr pentru tomate, 10—15 kr pentru lupin, 70—80 kr pentru rapiță, varză și ridichi, 10—12 kr pentru ceapă, 25—30 kr pentru morcovi etc.

Formele mutante obținute prin iradiere se notează cu *X*, iar cele obținute cu ajutorul substanțelor chimice cu *M*.

Poliploidia determină multiplicarea setului sau garniturii cromozomale al individului. Formele poliploide sînt mutații genomice.

La fel ca mutațiile cromozomale sau genice, formele poliploide reprezintă variații genetice ereditare, determinate de factori externi sau factori poliploidizanți, cum este de exemplu colchicina.

În poliploidie are loc multiplicarea genomului sau garniturii cromozomale haploide specifice fiecărei specii.

Multiplicarea garniturii cromozomale determină apariția de forme noi, unele din ele importante pentru ameliorare sau pentru cultura speciei respective.

Poliploidia provoacă modificări ereditare de natură genetică, fiziologică, biochimică, morfologică etc., afectînd întregul organism.

Cele mai interesante forme poliploide sînt : triploide, tetraploide, pentaploide și hexaploide. Răspîndite în lumea vegetală sînt formele tetraploide și hexaploide, existînd numeroase specii cultivate tetraploide sau hexaploide. Formele poliploide cu număr impar de cromozomi (triploide, pentaploide) fiind sterile, nu se întîlnesc în natură. Și formele poliploide superioare hexaploidelor, se întîlnesc rar în natură, deoarece prezintă perturbării genetice care le împiedică de a se reproduce.

Există două categorii de bază : *forme autopoliploide*, rezultate prin inducerea cu factori poliploidizanți și *forme alopoliploide*, care sînt rezultatul unor hibridări.

Dintre mutațiile genomale sau poliploide, un mare interes prezintă : *formele haploide* și *formele aneuploide*.

Poliploidia este un fenomen genetic care are la bază variația numărului de cromozomi de seturi cromozomale. În cazul poliploidiei, numărul de bază X al cromozomilor se multiplică de mai multe ori.



Scanned with OKEN Scanner

În lumea plantelor superioare îndeosebi la plantele cultivate predomină speciile tetraploide și hexaploide. În unele cazuri, prin ameliorare, se realizează forme cultivate triploide (cazul soiurilor triploizi de sfeclă).

Poliploidia se poate realiza prin : *autopoliploidie* sau multiplicarea de genomuri sau de seturi cromozomale ai unei forme diploide și *alopoliploidie,* care reprezintă forme la care dublarea sau multiplicarea genomurilor sau seturilor cromozomale rezultă în urma hibridării sexuate.

În cazul alopoliploidiei rezultă *formele amfidiploide,* de mare importanță pentru procesul de ameliorare. Cele două grupe poliploide sînt : *euploidia* și *aneuploidia.*

Formele poliploide valoroase se identifică prin selecție individuală sau genealogică și se mențin prin încrucișare și selecție.

Dintre însușirile de soi valoroase ale formelor poliploide amintim : conținut biochimic ridicat, masă mare a 1 000 de boabe sau MMB, posibilitate de fixare genetică a heterozisului, combinații valoroase de gene, adaptare ecologică etc.

Folosind poliploidia, ameliorarea plantelor a realizat succese remarcabile pînă în prezent. Amintim, de exemplu : soiuri valoroase de secară, grîu, trifoi, alopoliploidul triticale, forme poliploide de cartof, bumbac și altele, ajunse în producție sau cultura plantelor.

Poliploidia reprezintă un fenomen genetic și biologic specific plantelor, iar pentru lucrările de ameliorare formele poliploide constituie un material inițial de mare importanță, îndeosebi pentru plantele la care se urmărește capacitatea de producție de masă vegetativă.

În natură predomină speciile de cultură tetraploide și hexaploide, care produc cele mai mari cantități de principii active : proteine, grăsimi și hidrați de carbon.

În comparație cu formele diploide, cele poliploide prezintă o fertilitate mai mică, produc mai puține semințe și fructe, dar, așa cum s-a spus, mai multă masă vegetativă.

Pentru a anihila efectul scăzut al fertilității formelor poliploide, trebuie folosit un material inițial cît mai numeros și mai variat. Formele poliploide trebuie supuse unui proces de selecție intensă, oprind și folosind pe cele cu fertilitate ridicată, cu gene care determină sporirea fertilității.

Avînd un număr mai mare de cromozomi decît formele diploide, poliploidia atrage după sine îmbogățirea zestrei ereditare, sporirea conținutului de ADN. Sporirea numărului de cromozomi determină efecte de dozaj asupra genelor structurale și a genelor operatoare (PANFIL, 1975).

Dintre însușirile pozitive ale poliploidiei amintim : menținerea nivelului ridicat al autopoliploizilor, timp mai îndelungat, în a doua și a treia generație hibridă.

Alopoliploidizarea oferă autopoliploizilor, datorită sporirii fertilității, posibilități largi folosirii fenomenului heterozis. Acest mod de comportare genetică prezintă deosebită importanță lucrărilor de ameliorare a capacității de producție a plantelor cultivate.

Așa cum se cunoaște, de reținut pentru ameliorare sînt : *formele haploide,* care scurtează mult durata de obținere a liniilor consangvinizate, *formele amfidiploide,* care sînt forme hibride îndepărtate autofertile și *formele aneuploide,* care permit realizarea de linii de substituție.



Scanned with OKEN Scanner

Poliploidia este o metodă bună de ameliorare a plantelor la care se urmărește obținerea de producții ridicate de masă vegetativă.

Mutageneza și poliploidia servesc atît la cercetarea unor caractere și însușiri de soi, cît și la obținerea unor noi soiuri sau obținerea de material biologic de ameliorare, cu o mare variabilitate genetică. Deși s-au obținut pînă în prezent rezultate valoroase cu ajutorul mutațiilor și poliploidiei, mai sînt însă necesare cercetări de genetică aplicată care să permită dirijarea procesului de mutageneză și poliploidie.

Cu ajutorul mutagenezei și poliploidiei, celelalte metode de ameliorare, inclusiv metodele de inginerie genetică, devin mai eficace și cu efecte practice mai mari.

Fiecare soi sau hibrid obținut prin ameliorare necesită cunoașterea și aplicarea de metode adecvate, printre care se citează și mutageneza și poliploidia.

Cea mai răspîndită metodă de obținere de forme poliploide este metoda inducției, cu soluții diluate de colchicină.

Inducția cu ajutorul colchicinei determină dereglări în sistemul celular, împiedicînd diviziunea normală a celulelor și determinînd o concentrare a fondului cromozomal sau a zestrei ereditare într-o singură celulă.

Cea mai obișnuită este metoda tratării semințelor germinate sau plantelor tinere.

Concentrația soluției de colchicină și durata inducției variază de la o specie la alta și de la un organ la altul. Pentru cereale, de pildă, se recomandă colchicinizarea plantelor tinere în faza de coleoptil, cu soluție de colchicină de 0,1—0,25%, timp de 20—30′. Pentru orez se folosește soluție de 0,05—0,1%, timp de mai multe ore. La bumbac se folosesc semințe umectate, tratate cu soluție de colchicină de 0,2—0,3%. Pentru sfeclă se folosesc plante tinere tratate cu soluție de colchicină de 0,3—0,5% sau vîrfuri înflorite, tratate cu soluție de colchicină de 2% timp de circa 2 zile.

Asemănător se procedează și cu celelalte specii de cultură.

În tabelul 47 se prezintă cîteva metode pentru obținerea formelor poliploide cu ajutorul colchicinei la principalele plante agricole.

*Tabelul 47*

Metode pentru obținerea de forme poliploide cu ajutorul colchicinei

| Planta | Metoda de lucru | Propusă de |
|---|---|---|
| Cereale păioase | Plantele tinere în faza de coleoptil de 2—4 mm lungime se cufundă în soluția de colchicină : coleoptilele se introduc în soluție de colchicină de 0,1—0,25%, iar rădăcinile se înfășoară în hîrtie de filtru umectată, pentru a nu se usca ; materialul astfel tratat se ține timp de circa 30 minute la temperatura de 20—30 °C | Stațiunea Svalöf<br>Reinders<br>Dorsey |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabel 47 (continuare)*

| Planta | Metoda de lucru | Propusă de |
|---|---|---|
| Hibrizi interspecifici și intergenerici ai sp. Triticum | Plantele tinere se introduc în soluție de colchicină de 0,3%, timp de 72 de ore : în faza de coleoptil se folosește o soluție apoasă de colchicină de 0,05%, timp de 24 de ore, după care timp de 6 ore se spală cu apă | Bell Sears |
| Hibrizi Triticale | Plantele tinere se scot din pămînt, se spală cu apă, după care rădăcinile se introduc în soluție de colchicină de 0,05%, unde se lasă timp de 4 zile ; ziua se țin în soluția de colchicină, iar noaptea în apă ; în faza de coleoptile se introduc în soluție de colchicină timp de 35 minute | Müntzing |
| Orez | Semințele germinate în vase Petri, în faza de colți de 3—5 mm, se secționează la bază cu ajutorul unui brici ; secțiunea se acoperă cu hîrtie de filtru sau cu bucăți mici de vată, îmbibate cu soluție de colchicină de 0,05—0,1% ; la o zi cînd operația se poate repeta se transplantează | Luang |
| Hibrizi între specii de cereale păioase | Plantele tinere, cu sistem foliar și radicular destul de bine dezvoltat, se spală cu apă, după care rădăcinile se scurtează ; astfel pregătite, se cufundă în soluția de colchicină de 0,2%, timp de 8—10 ore, numai sistemul radicular în faza de înfrățire și începutul împăierii se folosește soluție de colchicină de 0,2—0,4%, timp de 8—48 de ore | Stebbins Love Pope |
| Bumbac | Semințelor umectate li se înlătură cojile și se lasă să-germineze timp de 4 zile ; se introduc apoi cu rădăcinile în sus în soluția de colchicină de 0,5% ; durata de tratare 6 ore, la temperatura de 23—26 °C | Douwes |
| Sfecla de zahăr | Plantele tinere se cufundă (cu rădăcina în sus) într-o soluție de colchicină de 0,3—0,5%, timp de 3—7 ore, la temperatura de 27 °C ; vîrfurile înflorite se tratează cu soluție de colchicină de 2%, timp de 2 zile | Savitsky Levan |
| In | Plantele tinere cu rădăcini lungi de 5—8 mm se introduc în soluție de colchicină de 0,2—0,3%, timp de 2 ore, la temperatura de 27 °C sau în soluție de 0,05%, timp de 24 de ore și la temperatura de 16—19 °C | Reinders |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabel 47 (continuare)*

| Planta | Metoda de lucru | Propusă de |
|---|---|---|
| **Cartof** | Se folosesc semințe așezate în vase Petri, în care se pune în prealabil un amestec de soluție de colchicină de 0,5% și agar-agar 2% ; după ce semințele au încolțit se spală cu apă și se seamănă | Swaminathan |



Scanned with OKEN Scanner

# 8. RADIOGENETICA ŞI MUTAŢIILE INDUSE

## 8.1. CONSIDERAŢII GENERALE

Ramură a geneticii care se ocupă și cercetează influența razelor asupra structurii genetice a organismului viu și apariția de noi genotipuri, dintre care unele de importanță practică în tehnologia procesului de ameliorare a plantelor.

Cele mai valoroase forme noi, și anume, mutațiile induse, au la bază efectele genetice și biologice ale radiațiilor.

La baza radiogeneticii stau cercetările efectuate îndeosebi de către RÖNTGEN și MARIE CURIE, considerați părinții radiogeneticii.

Începînd cu secolul nostru, studiile privind obținerea de mutații s-au lărgit și s-au dezvoltat mult atît în explicarea genetică a fenomenului, cît și al aplicării în practica ameliorării plantelor.

Toate țările care ameliorează și creează noi soiuri și hibrizi de plante de cultură folosesc tot mai mult efectul radiațiilor în vederea obținerii de plante tot mai valoroase, mai productive și de calitate.

Radiogenetica a devenit în zilele noastre una din ramurile de genetică aplicată dintre cele mai importante.

Numeroase și felurite sînt radiațiile cu efect mutagen, folosite curent în lucrările de ameliorare. Dintre numărul mare de radiații mutagene reținem :

— *radiații ionizante,* care generează reacții radiochimice și
— *radiații neionizante,* care generează reacții fotochimice.

Dintre radiațiile ionizante, cele mai puternice și des folosite în ameliorarea plantelor, amintim : *radiațiile electromagnetice,* cum sînt de pildă : razele gamma și Röntgen. Radiațiile ionizante cuprind : razele Röntgen sau X, razele gamma, razele beta sau electronice, protonii, neutronii, razele alfa și altele.

Radiațiile neionizante sînt reprezentate prin razele ultraviolete. Radiațiile sau radiogenetica se folosește atît în ameliorarea plantelor, cît și în ameliorarea animalelor.

În aplicarea radiogenetică. de reținut este sensibilitatea plantelor la diferite doze de radiații, inclusiv doza letală.

În tabelul 48 este redată doza letală (DL) care nu trebuie să depășească 50%, deoarece poate provoca stagnarea și chiar moartea organismului care a suferit fenomenul de iradiere.



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 48*

Doza letală 50% la principalele specii de plante.

| Specia | Organul iradiat | Doza letală 50% |
|---|---|---|
| Porumb (Zea mays) | sămînță uscată | 8 000—15 000 |
| Grîu (Triticum aestivum) | sămînță uscată | 5 000—20 000 |
| Orez (Oryza sativa) | sămînță uscată | 45 000—80 000 |
| Secară (Secale cereale) | sămînță uscată | 10 000—20 000 |
| Orz (Hordeum vulgare) | sămînță uscată | 10 000—25 000 |
| Ovăz (Avena fatua) | sămînță uscată | 25 000—30 000 |
| Sorg (Sorghum vulgare) | sămînță uscată | 25 000—40 000 |
| Mazăre (Pisum arvense) | sămînță uscată | 5 000—20 000 |
| Fasole (Ph. vulgare) | sămînță uscată | 8 000—250 000 |
| Soia (Glycine hispida) | sămînță uscată | 12 000—250 000 |
| Sfeclă (Beta vulgaris) | sămînță uscată | 1 000—10 000 |
| Fl.-soarelui (H. annuus) | sămînță uscată | 5 000—10 000 |
| Ricin (Ricinus communis) | sămînță uscată | 40 000—60 000 |
| Cînepă (Cannabis sativa) | sămînță uscată | 40 000—60 000 |
| In (Linum usitatissimum) | sămînță uscată | 80 000—200 000 |
| Tutun (Nicotina sp.) | sămînță uscată | 40 000—60 000 |
| Trifoi și lucernă | sămînță uscată | 10 000—30 000 |
| Cartofi (Solanum tuberosum) | sămînță uscată | 5 000—10 000 |

Atît radiațiile ionizante, cît și radiațiile neionizante se pot produce pe cale artificială, permițînd folosirea lor rațională.

Diferitele specii de plante manifestă o radiosensibilitate variată față de diferitele doze și tipuri de radiații. Gama sensibilității plantelor și animalelor față de iradiere este foarte mare și specifică.

Efectul iradierii este cunoscut sub denumirea de *efect radiobiologic*, care se exprimă prin modificarea biochimică a unor elemente celulare, care poate fi directă sau indirectă.

La baza radiațiilor biologice, declanșate în urma iradierii stau procesele radiochimice.

Procesele chimice provocate de reacțiile de oxidare și reducere rezultate în urma iradierii sînt foarte mari, cu repercusiuni asupra macromoleculelor proteice, fermenților și acizilor nucleici.

De mare importanță este acțiunea asupra ADN-ului și ARN-ului, acțiune cercetată cu ajutorul metodelor de inginerie genetică, în condiții „de vitro".

Iradierea poate provoca fie ruperea celor două lanțuri ale macromoleculei de ADN, fie distrugerea întregului lanț macromolecular, provocînd adînci modificări în baza ereditară a organismului respectiv. Cercetările arată că prin iradierea acizilor nucleici (ADN și ARN) se provoacă procese metabolice celulare, cu urmări asupra biosintezei ADN.

Dintre modificările structurale la nivel celular, observate în urma iradierii, amintim încetinirea sau oprirea completă a mitozelor, provocînd oprirea dezvoltării și moartea organismului. De asemenea, se pot întîlni cazuri de moarte instantanee a organismului, cînd iradierea s-a făcut cu



Scanned with OKEN Scanner

doze prea mari. Fragmentarea cromozomilor, precum și alte anomalii cromozomale sînt, de asemenea, efecte dăunătoare a iradierii cu doze sporite.

În legătură cu iradierea trebuie să se țină seama de vîrsta organismului și de organele supuse iradierii, deoarece există o reacție diferită atît în funcție de faza cînd se intervine cu iradierea, cît și de organul supus iradierii.

Să nu se uite că atît diferitele tipuri de organisme cît și în cadrul aceluiași organism, diferitele țesuturi și organe vii au o radiosensibilitate variată.

În aplicarea practică a iradierii se are în vedere și influența unor factori externi — factori de influență, cum este de exemplu : oxigenul. Efectul mutagen al radiațiilor ionizante crește proporțional cu cantitatea de oxigen. Prezența oxigenului mărește numărul de aberații cromozomale ; este vorba de oxigenul din interiorul celulei în timpul iradierii.

Există și alți factori de influență, cum este de pildă, temperatura mediului înconjurător din timpul iradierii, sau prezența unor anumite substanțe chimice.

Utilizarea radiogeneticii, adică a radiațiilor în procesul de ameliorare a plantelor, prezintă o mare importanță practică. Cu ajutorul iradierii se pot corecta anumite caractere sau însușiri de soi sau se pot crea soiuri noi. Iradierea bine condusă duce la modificarea dirijată a eredității și la formarea de genotipuri noi, unele de mare importanță practică.

Iradierea sporește mult variabilitatea genetică a materialului biologic supus ameliorării, favorizînd selecția de forme mutante (forme noi), îndeosebi mutații bogate în gene favorabile.

Pe această cale au fost obținute soiuri noi, rezistente la boli și dăunători, rezistente la ger, secetă etc. Dintre avantajele iradierii amintim și inducerea sterilității la plantele autogame, mărind pe această cale sporirea polenizării și fecundației încrucișate, realizînd forme hibride în masă, care pot fi supuse unei selecții riguroase, depistînd pe cele mai valoroase din punct de vedere practic.

Cu ajutorul iradierii, SEARS a pus bazele transferului de gene de la o specie la alta sau de la un gen la altul, așa cum este cazul transferului de gene de la *Aegilops umbelulata* la *Triticum aestivum,* realizat prin hibridare și iradierea hibrizilor.

Iradierea aplicată plantelor cu reproducere vegetativă determină inducerea de mutații somatice sau variații mugurale, care prin selecție duc la apariția de soiuri noi, cu unele însușiri favorabile speciei respective.

Iradierea plantelor cu reproducere vegetativă găsește o largă utilizare în ameliorarea pomilor, arbuștilor fructiferi și florilor.

Importanța mare a radiogeneticii a determinat pe numeroși cercetători și geneticieni, din diferite țări, să organizeze stațiuni și cîmpuri experimentale speciale de iradiere a plantelor, în vederea transformării lor dirijate și obținerii de noi și valoroase soiuri și varietăți. Multe dintre soiurile de plante de cultură, cum sînt de pildă, soiurile de înaltă productivitate, supuse iradierii și-au ameliorat și celelalte însușiri de soi, ca rezistența la boli, dăunători, ger, secetă etc.

Astfel de cercetări aplicative s-au făcut și la noi în țară și se fac și în momentul de față în cadrul I.C.C.P.T. Fundulea și stațiunile de cerce-



Scanned with OKEN Scanner

tări agricole. Toate speciile de plante de cultură supuse lucrărilor de ameliorare sînt cercetate și din punct de vedere radiogenetic.

Metodele radiogenetice întregesc acțiunea metodelor clasice de ameliorare, intensificînd însușirile valoroase de soi și determinînd ridicarea la un nivel genetic superior al plantelor noastre de cultură.

Numeroase sînt exemplele de plante de cultură ameliorate cu ajutorul procedeelor și metodelor radiogeneticii. Pe lîngă ameliorarea însușirilor existente, radiogenetica a realizat numeroase și valoroase soiuri și varietăți noi pentru cultura și ridicarea rentabilității culturilor vegetale, agricole, legumicole, furajere, horticole etc.

Așa cum s-a amintit, cu ajutorul iradierii s-a realizat substituția cromozomală și translocația cromozomală, transferînd gene de mare importanță practică, sporind mult însușirile genetice și biologice ale plantelor de cultură.

## 8.2. REZULTATE OBȚINUTE

Deși există în prezent numeroase rezultate aplicative în domeniul ameliorării plantelor cu ajutorul iradierii, totuși radiogenetica nu și-a spus ultimul cuvînt în acest domeniu. Se impun noi cercetări care să adîncească și mai mult posibilitățile de ameliorare a plantelor cu ajutorul radiogeneticii aplicate.

Cele mai valoroase, din rezultatele radiogeneticii sînt soiurile obținute la grîu, orz și orez (tabelele 49—51).

*Tabelul 49*

Soiuri de grîu obținute prin mutații induse

| Denumirea soiului | Țara, data realizării și autorul | Sursa, tratamentul | Însușiri principale ale soiului |
|---|---|---|---|
| Np 836 | India, 1961, M. S. Swaminathan | Radiații X | Rezistență mare la rugina frunzelor cu, 10% mai productiv, dă rezultate bune în condiții neirigate. |
| Sharbati Sonora | India, 1967 M. S. Swaminathan | Radiații X | Pai scurt, timpuriu, conținut ridicat de proteină și lizină. Bobul de culoarea chihlimbarului, preferat în India |
| Lewis | S.U.A., 1964, Stațiunea experimentală Missouri | Neutroni termici | Rezistent la cădere, timpuriu, productiv |
| Stadler | S.U.A., 1964, Stațiunea experimentală Missouri | Neutroni termici | Timpuriu, pai rezistent, calitate excepțională, rezistent la boli și ger |
| Sinvalucho Gama | Argentina, 1962, E. A. Favret, G. Ryan | Radiații gamma | Rezistent la rugina brună a tulpinii și la rugina frunzelor |
| Zenokuzi Komugi | Japonia, 1963, M. Toda ș.a. | Radiații gamma | Este mai productiv decît forma inițială cu 10—15% și mai precoce cu 2 zile. Paiul este mai scurt cu 15—20 cm |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 49 (continuare)*

| Denumirea soiului | Țara, data realizării și autorul | Sursa, tratamentul | Însușiri principale ale soiului |
|---|---|---|---|
| Novosibirskaia 67 | U.R.S.S., 1969/1970, I. V. Ciornîi | Radiații gamma | Rezistent la cădere, însușiri de panificație superioare |
| Pușa Lerma | India, 1971, M. S. Swaminathan ș.a. | Radiații gamma | Flexibilitate crescută, boabe de culoarea chihlimbarului, elasticitate mare sugerînd procent crescut de gluten |
| Castelporziano | Italia, 1968, G. T. Scarascia Mugnozza | Neutroni termici | Rezistent la cădere, potențial mare de producție |
| Castelfusano | Italia, 1968, A. Bozzini, C. Mosconi și F. D'Amato | Neutroni termici | Rezistent la cădere, potențial mare de producție |
| Castel del Monte | Italia, 1969, G. T. Scarascia Mugnozza | Neutroni termici | Rezistent la cădere, productiv |
| Castelnuovo | Italia, 1971, G. T. Scarascia Mugnozza | Radiații X (4 Kr) | Productiv, rezistent la boli și adaptabilitate mare. |

*Tabelul 50*

Soiuri de orz obținute prin mutații induse.

| Denumirea soiului | Țara, data realizării și autorul | Sursa, tratamentul | Însușiri principale ale soiului |
|---|---|---|---|
| Viena | Austria, 1953, H. Hansel | Radiații X | Productiv, rezistent la făinare, MMB mare |
| Pennrad | S.U.A., 1963, R. Pfeifer, I. Schein | Neutroni termici | Rezistență mărită la iernat |
| Jutta | R. D. Germană, 1955, N. Mews | Radiații X | Productiv, rezistent la cădere, rezistență mare la iernat |
| Milns Golden Promise | Anglia, 1966, David Miln | Radiații gamma | Pai mai scurt și mai rezistent decît forma inițială. Productiv, însușiri tehnologice superioare |
| Luther | S.U.A., 1967, R. N. Nilan | Dietilsulfat | Pai scurt, productiv, rezistent la cădere în special în condiții de agrotehnică superioară |
| Diamant | R. S. Cehoslovacă, 1965, J. Bouma | Radiații X | Foarte productiv, talie mică, bob cu însușiri tehnologice superioare, rezistent la cădere |
| Pallas | Suedia, 1960, A. Gustafsson | Radiații X | Talie mică |
| Mari | Suedia, 1962, A. Gustafsson | Radiații X | Este mai timpuriu cu 8 zile decît forma inițială<br>Pai scurt |
| Gamma nr. 4 | Japonia, 1965, Jamaguchi | Radiații X | Pai scurt |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 50 (continuare)*

| Denumirea soiului | Țara, data realizării și autorul | Sursa, tratamentul | Însușiri principale ale soiului |
|---|---|---|---|
| Gamma nr. 8 | Japonia, 1965, Jamaguchi | Radiații gamma | |
| Bonneville | S.U.A., 1969, R. W. Woodward | Neutroni termici | Aptitudini favorabile pentru recoltarea mecanizată |
| Balder J. | Finlanda, 1960, R. Maner, O. Pahjanheimo | Radiații X | Productiv și cu pretenții reduse față de condițiile de creștere |
| Betina | Franța, 1970, Ets. Ringot | Tratamente cu agenți mutageni chimici | Soi productiv, foarte rezistent la făinare și la cădere (paiul scurt) |
| Haya-Shinriki | Japonia, 1962, T. Ota, K. Suzuki | Raze gamma | Timpuriu, calitate superioară |
| Amagi Nijo 1 | Japonia, 1971, T. Osada, Y. Tsuda, H. Yamase | Radiații X | Maturizare rapidă (2—5 zile), tulpină mai scurtă (10—15 cm) |
| RDB-1 | India, (Rajasthan) 1972, R. P. Chandola | Neutroni rapizi | Pitic, timpuriu, cu o mare capacitate, productivă, rezistent la cădere |

*Tabelul 51*

Soiuri de orez obținute prin mutații induse.

| Denumirea soiului | Țara, data realizării și autorul | Sursa, tratamentul | Principalele însușiri ale soiului |
|---|---|---|---|
| SH 30—21 | R. P. Chineză, 1957, H. W. Li și H. Hu | Radiații X | Precoce, productiv |
| BPI-121-407 | Filipine, 1971, E. Cada | Radiații gamma și neutroni | Timpuriu, cu tulpină scurtă și neflexibilă, productivitate mare, rezistent la boli |
| KT-20-74 | R. P. Chineză, 1957, H. W. Li și J. H. Hu | Radiații X | Productiv, precoce |
| Reimei | Japonia, 1966, K. Toriyama ș.a. | Radiații gamma | Pai scurt, rezistent la cădere, în special în condiții de agrotehnică superioară. Rezistent la temperaturi scăzute |
| Parc 1 | Filipine, 1970, I. S. Santos, J. V. Elec, L. M. Verano-Brewbaker, A. B. Ascension | Radiații gamma | Boabe mari și alungite. Se cultivă pe terenuri acide |
| Iratom 38 | Pakistan, 1970, M. Shamsul Hag | Radiații gamma | Mai precoce cu 3—4 săptămîni decît soiul inițial. Conține cu 2% mai multe proteine în boabe |
| Parc 2 | Filipine, 1970, I. S. Santor, J. V. Elec, L. M. Verano-Brewbaker, A. B. Ascension | Radiații gamma | Soi de calitate superioară, cu boabe mult mai alungite (crește bine pe terenuri sărace în calcar) |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 51 (continuare)*

| Denumirea soiului | Țara, data realizării și autorul | Sursa, tratamentul | Principalele însușiri ale soiului |
|---|---|---|---|
| Jagannath | India, 1970, H. K. Mohanty | Radiații X | Soi productiv, rezistent la secetă, la scuturare și la unele boli (helmintosporioză și la viroze) |
| Nucleoryza | R. P. Ungară, 1972 Z. Sajo, J. Simon | Neutroni rapizi | Timpuriu, rezistent la cădere |
| Delta | Franța, 1970, R. A. Marie | Radiații gamma | Lungime mare a bobului |
| Milyang 10 | R.P.D. Coreană, 1970, J. H. Rec, K. R. Park, S. K. Lee | Radiații X | Tulpină scurtă (76 cm), frunze verticale, rezistent la scuturare |
| HT 48 | India, 1972, M. K. Jana | Oxid de etilenă | Mai precoce cu o săptămînă, bobul cu calități superioare |
| HT 60 | India, 1972, M. K. Jana, K. Roy | EMS | Mai precoce cu o lună |

La ovăz au fost obținute, de asemenea, rezultate valoroase prin crearea unei serii de soiuri, cum sînt : Florida, Almax, Florida 500, Florida 501 (rezistente la boli), Rynti (cu mare capacitate de producție).

La porumb, care ocupă un loc aparte în metodica de ameliorare, mutațiile obținute au fost puține, dar deosebit de valoroase. În acest sens menționăm mutantele opaque 2 și floury 2, care determină îmbunătățiri substanțiale ale calității bobului.

La leguminoasele pentru boabe s-au obținut foarte multe mutații valoroase. Astfel, la mazăre s-a obținut soiul Stral-ärt (prin iradieri cu raze X), care este productiv și are o constanță deosebită a producției.

La fasole, prin iradieri cu raze X, au fost obținute soiurile : Pusa Parvati (India), Sanilac, Seaway, Gratiot, Seafarer (S.U.A.), Universal (R.F. Germania), iar prin iradiere cu raze gamma soiul Saparke-75 (U.R.S.S.). Aceste soiuri sînt, în general, mai timpurii, mai rezistente la boli, productive și cu o calitate mai bună.

În R.P. Chineză, la soia, au fost obținute : soiul Taimung 1, (R), (prin tratare cu radiații X), care este rezistent la cădere, productiv, avînd port viguros, iar în Japonia, prin iradieri gamma, soiurile Raiden și Raiko, mai precoce, cu talie mai mică, rezistente la nematozi.

Prin mutații s-au obținut forme valoroase la cartof. Înmulțirea vegetativă a cartofului facilitează mutațiile. Majoritatea mutațiilor apar în meristemele ochilor și ale stolonilor și se exteriorizează în cazul în care sînt dominante. Prin iradierea tuberculilor cu raze X (cu doze moderate) s-au obținut soiurile Mariline 2 (Belgia) și Konkai nr. 43 (Japonia).



Scanned with OKEN Scanner

# 9. PROBLEME DE INGINERIE GENETICĂ

## 9.1. CONSIDERAȚII GENERALE

Dezvoltarea viguroasă a științelor, începînd încă din secolul trecut, duce la elaborarea unor ipoteze și teze de mare valoare care constituie puncte de plecare în progresul rapid al multor discipline. O astfel de teorie este „teoria celulară", elaborată în 1839 de către SCHLEIDEN și SCHWANN, teorie care a fost apoi fundamentată științific și care o dată cu dezvoltarea cunoștințelor de genetică întregește ipoteza totipotențialității celulelor. Această idee avea un suport practic de lungă durată, omul cunoscînd și exploatînd capacitatea de regenerare, de exemplu, a diferitelor plante din organe vegetative.

Pe baza dezvoltării științei s-a reușit regenerarea unei plante dintr-o singură celulă, ceea ce de fapt nu este decît o expresie superioară a înmulțirii vegetative a plantelor. Este și perioada în care se elaborează conceptul de inginerie genetică, care în linii mari reprezintă un ansamblu de metode și tehnici ce permit obținerea de forme noi prin manipularea materialului genetic fără participarea proceselor sexuale.

Unele realizări din acest domeniu, unde la loc de frunte se citează hibridul obținut de CARLSON în 1972 între două specii diferite ca număr de cromozomi Nicotiana glauca + N. langsdorfi ($2n=24+18=42$) și din care a rezultat o formă comparabilă cu amfiploidul sexuat, face ca ideea manipulării genetice să fie larg răspîndită și să introducă o notă de prosperitate și optimism în dorința omului de a-și asigura hrana.

Posibilitatea ca dintr-o singură celulă (diploidă sau haploidă) să se obțină un număr nelimitat de organisme identice genotipic împămîntenește ideea că prin aceste metode se poate scurta durata și accelera procesul de ameliorare. Aceasta reprezintă o cerință imperioasă a etapei actuale cînd durata lungă a acestui proces prezintă cel puțin două neajunsuri : costul mare și posibilitatea dezvoltării și înmulțirii dăunătorilor și bolilor (rase) specifice.

Dar tehnicile de inginerie genetică nu au aplicabilitate numai la plante, ci și la microorganisme și animale. Amintim doar posibilitatea inserării la bacterii de gene care să producă proteină necesară omului în

cantități nelimitate sau posibilitatea corectării defectelor genetice la plante și animale, cît și a prevenirii unor maladii ereditare umane sau posibilitatea obținerii unor genotipuri noi (animale și vegetale) cu însușiri superioare, utile activității omului.

## 9.2. CULTURI „IN VITRO"

Culturile in vitro se referă la creșterea de țesuturi sau celule pe medii sintetice, sterile, a unor fragmente vegetale (rădăcină, meristem, frunze, embrion, endosperm, antere, microspori etc). Aceasta înseamnă că fragmentul numit „inocul" crește, se multiplică și îngăduie efectuarea de subculturi.

După cum arată DORINA CACHIȚA-COSMA (1987), inoculul constituie o unitate vie, independentă de locul de origine, care deține integral informația genetică, preluată de la planta donatoare, precum și toate funcțiile pe care le îndeplinesc țesuturile la locul de origine.

Un aspect foarte important al culturii in vitro îl constituie mediul aseptic de cultură. Compoziția chimică a substratului (mediului) de cultură este unul din elementele (alături de perioada de iluminare) care dirijează dezvoltarea explantelor. Aceste medii de cultură conțin în compoziția lor atît substanțe anorganice, cît și organice.

Excesul sau carența unui element provoacă modificări la nivelul morfologic sau metabolic.

Principalele substanțe indisolubile, pe lîngă apă, sînt (ca substanțele anorganice) sărurile minerale sub formă de fosfați, azotați, cloruri și sulfați ai unor elemente, ca : potasiu, calciu, magneziu, mangan, aluminiu, fier, molibden, zinc, cupru, sodiu ș.a.m.d.

În tabelul 52 sînt redate substanțele minerale folosite în diferite medii de cultură.

Substanțele organice ce intră în mediul de cultură sînt de mai multe categorii. O primă categorie se referă la sursele de carbon și azot organic. Carbonul poate fi introdus în mediul de cultură sub formă de glucide, alcooli sau acizi organici.

Deși azotul poate fi preluat și din azot anorganic, este necesar ca în mediu să se introducă și surse de azot organic, aminoacizi sau uree.

Există alte categorii de substanțe de importanță esențială, și anume, vitaminele și regulatorii de creștere (auxine, citochinine cît și giberelina, etilena și acidul abscisic) care nu pot lipsi din mediu de creștere. Foarte important este ca *p*H-ul să fie reglat la valorile indicate de metodica de lucru, fapt ce se realizează cu soluții diluate (0,1 N) de HCl sau KOH.

Pentru ca explantul să se poată dezvolta după reglarea *p*H-ului, se adaugă un agent gelifiant — agar agarul.

Scopul unor astfel de culturi sînt clar redate de DORINA CACHIȚA (1984) și anume :



Scanned with OKEN Scanner

— multiplicare clonală rapidă a unor elemente vegetale valoroase, pentru care activitate pot fi folosite meristeme, componente florare, fragmente de inflorescențe, boboci etc. ;

— obținerea de material săditor nevirozat cînd se folosesc meristemele apicale, caulinare ;

— obținerea de plante haploide cînd se folosesc antere sau polen (androgeneză) ;

— producerea de calus pentru diferite scopuri, caz în care pot fi folosite variate țesuturi ;

— culturi de celule în scopuri variate, ca : producerea de biomasă, selecționarea de linii celulare rezistente la factori stresanți, multiplicarea clonală rapidă ;

— culturi de protoplaști în vederea obținerii de hibrizi somatici.

După inoculare, explantele își vor relua activitatea metabolică și vor începe un nou ciclu de viață în condițiile artificiale de dezvoltare. Acestea vor determina unele procese deosebite. Un prim astfel de proces este dediferențierea. Aceasta se referă la faptul că celulele definitivate structural și funcțional vor trebui să treacă la starea de celule meristematice apte de multiplicare. Procesul, după cum arată DORINA CACHIȚA-COSMA (1987), se desfășoară în două faze. În prima fază are loc amorsarea proceselor de dediferențiere, urmată de dediferențierea celulelor pînă la dobîndirea caracteristicelor citologice specifice unui țesut meristematic de tip secundar. În a doua fază se continuă dediferențierea celulelor pînă la stadiul de celulă de meristem primar, urmată de generarea din meristemele neoformate de promeristeme sau meristemoizi. Prin proliferarea celulelor dediferențiate se poate genera un calus neorganizat, structurat omogen

Existența totipotenței celulare face ca noile celule să prezinte tendința de a se reorganiza structural și funcțional suferind o citodiferențiere, histodiferențiere, urmate de organogeneză, respectiv în final de regenerarea de plante noi. Această diferențiere *in vitro* se deosebește de cea *in vivo* în sensul că unele funcții sînt reduse sau simplificate în timp și altele sînt amplificate.

Rezultatele obținute pînă în prezent demonstrează, după cum arată ELENA BODEA și P. RAICU (1984), posibilitatea utilizării tehnicii culturii *in vitro* pentru a obține plante modificate genetic (mutație, hibridare somatică, transfer de gene) și pentru a evidenția variabilitatea genetică naturală.

Regenerarea plantelor *in vitro* se poate realiza prin parcurgerea unui ciclu de cultură în două etape. În prima are loc creșterea calusului și în a doua diferențierea și organogeneza.

De semnalat este faptul că o astfel de cultură produce în cadrul genotipului plantei o acțiune profundă, soldată cu modificarea numărului și structurii cromozomilor, modificări ce sînt de tip poliploid, aneuploid, restructurări cromozomice și aberații mitotice.

Acest fenomen este valabil la aproape toate speciile studiate, lucru evidențiat de datele cuprinse în tabelul 53.

Mecanismele care determină aceste variații ale numărului de cromozomi nu sînt pe deplin elucidate. Apariția aneuploizilor este explicată prin



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 52*

Macroelementele și microelementele necesare pregătirii mediilor de cultură pentru creșterea pe medii aseptice a explantelor vegetale (concentrațiile sînt în mg/l) după Street, 1977)

| Constituenți | Heller | Nitsch și Nitsch | White | Hilde-brandt, Riker și Duggar | Muras-hige Skoog | Gaut-heret | Waite | Wood Braun | Eriksoon | Gram-berg Miller și Oijma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Macroelemente | | | | | | | | | | |
| KCL | 750 | 1500 | 65 | 65 | — | — | 65 | 910 | — | — |
| $NaNO_3$ | 600 | — | — | — | — | — | — | 1800 | — | — |
| $MgSO_47H_2O$ | 250 | 250 | 720 | 180 | 370 | 125 | 360 | 1360 | 370 | 250 |
| $NaH_2PO_4H_2O$ | 125 | 250 | 16,5 | 33 | — | — | 16,5 | 300 | — | 150 |
| $CaCl_22H_2O$ | 75 | — | — | — | 440 | — | — | — | 440 | 150 |
| $KNO_3$ | — | 2000 | 80 | 80 | 1900 | 125 | 80 | 80 | 1900 | 2500 |
| $CaCl_2$ | — | 25 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| $Na_2SO_4$ | — | — | 200 | 800 | — | — | 88 | 88 | — | — |
| $(NH_4)_2SO_4$ | — | — | — | — | — | — | — | 790 | — | 134 |
| $NH_4NO_3$ | — | — | — | — | 1650 | — | — | — | 1200 | — |
| $KH_2PO_4$ | — | — | — | — | 170 | 125 | — | — | 340 | — |
| $Ca(NO_3)_24H_2O$ | — | — | 300 | 400 | — | 500 | 200 | 200 | — | — |
| Microelemente | | | | | | | | | | |
| $NiSO_4$ | — | 8 | — | — | — | 0,05 | — | — | — | — |
| $FeSO_47H_2O$ | — | — | — | — | 27,8 | 0,05 | — | — | 27,8 | 27,8 |
| $MnSO_4H_2O$ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 10,0 |
| $MnSO_44H_2O$ | 0,01 | 3 | 7 | 4,5 | 22,3 | 3 | — | — | 2,23 | — |
| $MnCl_24H_2O$ | — | — | — | — | — | — | 14,5 | 4,5 | — | — |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 52 (continuare)*

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kl | 0,01 | — | 0,75 | 3,0 | 0,83 | 0,5 | 0,75 | 0,75 | — | 0,75 |
| $NiCl_26H_2O$ | 0,03 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| $CoCl_26H_2O$ | — | — | — | — | 0,025 | — | — | — | 0,0025 | 0,025 |
| $Ti(SO_4)_3$ | — | — | — | — | — | 0,2 | — | — | — | — |
| $ZnSO_47H_2O$ | 1,0 | 0,5 | 3 | 6,0 | 8,6 | 0,18 | 1,5 | 1,5 | — | 2,0 |
| $ZnNa_2EDTA$ | — | — | — | — | — | — | — | — | 15 | — |
| $CuSO_45H_2O$ | 0,03 | 0,025 | — | — | 0,025 | 0,05 | 0,013 | 0,013 | 0,0025 | 0,025 |
| $BeSO_4$ | — | — | — | — | — | 0,1 | — | — | — | — |
| $H_3BO_3$ | 1,0 | 0,5 | 1,5 | 0,38 | 6,2 | 0,05 | 1,5 | 1,5 | 0,63 | 3,0 |
| $H_2SO_4$ | — | — | — | — | — | 1,0 | — | — | — | — |
| $FeCl_36H_2O$ | 1,0 | — | — | — | — | — | 2,5 | 2,5 | — | — |
| $Na_2MoO_22H_2O$ | — | 0,025 | — | — | 0,25 | ± | — | — | 0,0025 | 0,25 |
| $H_2MoO_4$ | — | — | — | — | — | — | 0,0017 | 0,0017 | — | — |
| $AlCl_3$ | 0,03 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| $Fe(SO_4)_3$ | — | — | 2,5 | — | — | — | — | — | — | — |
| Ferric tartrate | — | — | — | 40,0 | — | — | ± | — | — | — |

Scanned with OKEN Scanner

anomaliile mitotice de tipul anafazelor multipolare, cromozomi retardivi etc.

Regenerarea plantelor poate avea loc pe două căi : prin organogeneza somatică și prin embriogeneza somatică.

Organogeneza somatică poate fi realizată pe cale directă și pe cale indirectă (după formarea calusului). Prin ambele metode sau obținut plante regenerate la un număr considerabil de specii. Și embriogeneza la rîndul ei este directă și indirectă obținîndu-se și pe această cale regenerarea plantelor la un număr impresionant de specii.

## 9.3. MICROPROPAGAREA

Micropropagarea sau microînmulțirea este fenomenul de înmulțire a plantelor *in vitro*. Pentru realizarea acestei multiplicări pot fi folosite explante din organe, țesuturi, calus și celule.

*Tabelul 53*

Speciile la care a fost studiat statutul cromozomial al calusurilor și suspensiilor celulare (după Elena Badea și P. Raicu, 1984)

| Speciile | Nr. cromoz. 2n | Ploidia x | Tipul C, S | Poliploide | Aneuploide | Restructurări cromoz. | Aberații mitodice | Referință bibliografică |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Acer pseudoplatanus | 52 | 4 | S | + | + | NR | NR | Wright și Northcote, 1973 ; Bayliss și Gould, 1974 ; Rembur, 1974, 1977 |
| Allium cepa | 16 | 2 | C | + | + | + | + | Novak, 1974 ; Yamane, 1975 ; Nadi și colab., 1977 |
| Althea rosea | 42 | 6 | C/S | + | + | + | + | Gupta și Gadgil, 1973 |
| Beta vulgaris | 27 | 3 | C | + | + | NR | NR | Naljuk și colab., 1977 |
| Brachycome linearilobe | 4 | 2 | C | — | — | — | NR | Gould, 1978 |
| Cerasus avium | 16 | 2 | C | + | + | + | | Legeida și colab., 1978 |
| Cichorium intybus | | | C | + | + | NR | NR | Caffaro și colab., 1982 |
| Citrus limun | 18 | 2 | C | + | + | NR | NR | Murashige și colab., 1968 |
| Coffea arabica | 44 | 4 | C | — | NR | NR | NR | Sharp și colab., 1973 |
| Convolvulus arvensis | 24 | 2 | S | + | NR | NR | NR | Torrey și colab., 1962 |
| Coreopsis lanceolata | 24 | 2 | S | + | + | + | + | Gupta și Gadgil, 1972 |
| Crepis capillaris | 6 | 2 | C | + | + | + | NR | Yazawa, 1967 |
| Datura innoxia | 12 | 1 | C/S | + | NR | NR | NR | Kibler și colab., 1980 |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 53* (contituare)

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Datura innoxia | 24 | 2 | C/S | + | + | NR | NR | Hiraoka și Tabata, 1974 ; Kibler și colab., 1979, 1980 ; Yanzuli și colab., 1980 ; Badea, 1983 |
| Datura innoxia | 36 | 3 | C | + | — | — | — | Badea și Raicu, 1984 |
| Datura innoxia | 48 | 4 | C | + | — | — | — | Badea și Raicu, 1984 |
| Daucus carota | 18 | 2 | C/S | + | + | + | + | Mitra și colab., 1960 ; Blakely și Steward, 1964 ; Muir, 1965 ; Bayliss, 1975 |
| Dianthus caryophyllus | 30 | 2 | C | + | + | NR | NR | Hauzinaska, 1975 ; Piton, 1969 |
| Eucalyptus canaldulensis | 22 | 2 | C | — | — | — | NR | Sussex, 1965 |
| Glycine max | 40 | 4 | S | + | + | NR | NR | Kao și colab., 1970 ; Kao, 1977 |
| Haplopappus gracilis | 4 | 2 | C/S | + | + | + | + | Mitra și Stewarth, 1961 |
| Haworthia | 14 | 2 | C | + | + | + | NR | Ogihara și Tsunewaki, 1979 |
| Helianthus annuus | 34 | 2 | C | + | NR | NR | NR | Butcher și colab., 1975 |
| Hordeum jubatum | 28 | 4 | C | + | + | + | NR | Orton, 1980 |
| Hordeum vulgare | 14 | 2 | C | + | + | + | NR | Orton, 1980 ; Ruiz și Vazquez, 1982 |
| H. vulgare×jubatum | 21 | 3 | C/S | + | + | + | + | Orton, 1980 |
| Lathyrus odoratus | 14 | 2 | C | + | + | NR | NR | Frolova și Shamina, 1974 |
| Lilium longiflorum | 24 | 2 | C | — | — | | NR | Sheridan, 1974 |
| Lolium perenne | 21 | 3 | C | + | + | + | NR | Norstog și colab., 1969 |
| Lolium sp. hibrid | 21 | 3 | C | — | — | — | NR | Ahloowalia, 1975 |
| Lycopersicum peruvianum | 24 | 2 | C | + | NR | NR | NR | Ancora și colab., 1977 |
| Malus sylvestris | 34 | 2 | C | + | + | + | NR | Ravkin și Popov, 1973 |
| Medicago sativa | 16 | 2 | C | — | — | — | NR | Clement, 1964 |
| Nicotiana otophora | 24 | 2 | C | + | + | NR | NR | Banks și Evans, 1976 |
| Nicotiana sylvestris | 24 | 2 | S | + | NR | NR | NR | Dix și Street, 1974 |
| Nicotiana tabacum | 48 | 4 | C | + | + | + | + | Fox, 1963 ; Shamina și colab., 1967 |
| Nigella sativa | 12 | 2 | C/S | + | + | + | + | Gupta, 1972 ; Chand și Roy, 1980 |
| Nuytsia floribunda | 24 | 2 | C | — | — | — | NR | Nag și Johri, 1969 |
| Oryza sativa | 24 | 2 | C | + | + | NR | NR | Yamanda și colab., 1967 |
| Paeonia suffructicosa | 10 | 2 | C | + | — | NR | NR | Demoise și Partanen, 1969 |
| Pelargonium sp. | 9 | 1 | C | + | — | NR | NR | Bennici și colab., 1968 |
| Phaseolus coccinneus | 22 | 2 | C | + | + | + | + | Bennici și colab., 1976 |
| Phaseolus vulgaris | 22 | 2 | C | + | NR | NR | NR | Haddon și Northcote, 1976 |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 53* (contituare)

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Phlox paniculata | 14 | 2 | C | + | + | NR | NR | Matsuzawa și Saito, 1974 |
| Picea glauca | 24 | 2 | C | + | + | NR | NR | De Torok și Roderick, 1962 |
| Pinus ombra | 24 | 2 | C | + | NR | NR | NR | Salmia, 1975 |
| Pinius gerardiana | 24 | 2 | C | — | — | NR | NR | Konar și Nagamani, 1972 |
| Pisum sativum | 14 | 2 | C | + | + | + | NR | Torrey, 1967 ; Knosche și Guther, 1973 ; Frolovia și Shamina, 1974 |
| Prunus amygdalus | 16 | 2 | C | + | + | NR | NR | Mahra și Mehra, 1974 |
| Pseudotsuga menziesii | 25 | 2 | C/S | — | — | — | NR | Venketeswaran și Mentinen, 1978 |
| Saccharum sp. | variabil | | variabil | + | + | NR | NR | Heintz și colab., 1969 |
| Secale cereale | 14 | 2 | C | + | + | + | NR | Asami și colab., 1976 |
| Tradescantia paludosa | 12 | 2 | C | + | + | + | NR | Yamada și colab., 1964 |
| Trigonella foenum-graecum | 10 | 2 | C | + | + | + | NR | Gupta, 1974 |
| Triticum monococcum | 14 | 2 | S | + | + | + | NR | Kao și colab., 1970 |
| Triticum aestivum | 42 | 6 | C/S | + | + | + | NR | Shimada și colab., 1969 ; Kao și colab., 1970 ; Shimada, 1971 ; Asami și colab., 1972, 1975 |
| Triticum dicoccum | 28 | 2 | C | + | + | NR | NR+ | Shimada, 1971 |
| Vicia faba | 12 | 2 | C | + | + | + | + | Cionimi și colab., 1978 |
| Vicia hajastana | 10 | 2 | S | + | + | + | + | Singh și colab., 1972 ; Singh, 1975 |
| Zea mays | 30 | 3 | C | + | + | + | + | Boyer și Shannon, 1974 ; Straus, 1954 ; Baizan, 1978 |
| Zingeria biebersteiniana | 4 | 2 | C | + | + | + | + | Levenko și colab., 1976 |

După cum arată DORINA CACHIȚA-COSMA (1987), principalele căi de realizare a micropropagării sînt :

— diferențierea de plante din calus. Această metodă poate fi folosită în funcție de specie, în sensul că la unele specii pot apărea fenomene de poliploidizare. Important este ca procesul de organogeneză să fie condus de așa manieră încît din calus să se asigure diferențierea unui număr cît mai mare de plantule capabile de a-și relua ciclul biologic imediat după trecerea lor în mediul natural. Deși variabilitatea genetică în anumite



Scanned with OKEN Scanner

condiții reprezintă un fenomen dorit, în acest caz procesul trebuie de așa manieră condus încît să asigure o uniformitate perfectă a materialului, deci o cultură omogenă, genetic și fenotipic ;

— folosirea meristemelor. În acest caz se asigură o stabilitate genetică mult mai mare a materialului, evitîndu-se apariția variabilității cromozomilor (care poate apărea accidental în valori neglijabile). Materialul rezultat este robust, uniform, cu un înalt grad de sănătate. Fenomenul mutațional este rar, comparabil cu cel ce apare în cazul înmulțirilor vegetative clasice ;

— generarea de „novo" a unor muguri adventivi la nivelul unor celule netraumatizate sau în zonele de cicatrizare. Deși în acest caz multiplicarea clonală este mai puțin asigurată, totuși, fiind foarte dependentă de specie, există cazuri cînd se pot obține rezultate notabile ;

— valorificarea mugurilor axilari de la nivelul nodurilor sau de la subțioara frunzelor și a unor fragmente care să posede, pe lîngă țesut definitiv, și meristem (bucăți de frunze, pețiol, boboci). Această metodă se aplică la numeroase specii de importanță horticolă. În cazul folosirii de fragmente, un rol foarte important îl joacă fenofaza, respectiv stadiul de dezvoltare a plantei și a organului donator, în sensul că reușita este cu atît mai mare cu cît se recoltează într-o fază mai tînără ;

— embriogeneza somatică este metoda cea mai eficientă de ridicare la maximum a randamentului în multiplicarea plantelor. Dar și în acest caz mai sînt cîteva lucruri de lămurit referitor la sincronizarea proceselor de formare a embrionilor somatici, a inducerii uniformizării maturităților, precum și la posibilitățile de izolare a fiecărui embrion.

Avantajul micropropagării prin embriogeneză somatică este că populația prezintă o variabilitate genetică minimă.

De subliniat este faptul că această tehnică de micropropagare este din ce în ce mai răspîndită pe plan mondial, fiind de fapt un mod modern și eficace de înmulțire a materialelor biologice. La ora actuală ea este practicată cu precădere la plantele ornamentale, flori, pomi și arbuști fructiferi. Astfel, după cum arată JONES (1986), (citat de DORINA CACHIȚA-COSMA, 1987), în 1981 numai în S.U.A. s-au obținut prin micropropagare 32,5 milioane plante ornamentale, 4 milioane exemplare gerbera, 1,5 milioane Saintpaulia, 2 milioane crini, 2,5 milioane Azalae, 8 milioane Rhododendron, 175 mii trandafiri și 15 milioane pomi și arbuști fructiferi adică un total de 65 miloane exemplare.

Această folosire, de-a dreptul explozivă, a noului sistem de înmulțire poate fi explicat în primul rînd prin aceea că numărul de descendenți obținuți de la o plantă este incomparabil mai mare decît în cazul metodelor clasice. Astfel, la gerbera o plantă poate de naștere la 30—40 descendenți pe an prin metoda clasică și la 200 000 prin cultură *in vitro*.

Ca și orice metodă, și aceasta poate avea unele consecințe negative, printre care și scăderea variabilității genetice, ceea ce poate fi desigur înlăturată prin stocarea în bănci a întregului genofond al speciei în discuție.



Scanned with OKEN Scanner

## 9.4. OBȚINEREA DE PLANTE LIBERE DE VIROZE

Dintre bolile plantelor, foarte greu pot fi combătute cele provocate de virusuri, viroizi, micoplasmoze. Tehnica de cultură *in vitro* permite cea mai eficientă combatere a lor.

Dacă se iau explante din meristemul caulinar apical, însoțit de prima pereche de primordii foliare, se obține un material vegetal lipsit de agenți fito și zoopatogeni. În general, în zonele apicale ale rădăcinii sau în vîrfurile de creștere ale tulpinii, concentrația de virusuri este mai redusă sau adesea chiar lipsesc.

Tehnica folosirii acestor zone pentru obținerea plantelor libere de viroze a fost pusă la punct încă din 1962 de către MOREL și MARTIN.

Un rol important în obținerea de plante libere de viroze îl joacă mărimea explantului. Cu cît explantul este mai mic, cu atît crește șansa obținerii de plante libere de viroze. De aceea, se recomandă ca mărimea meristemelor recoltate să nu depășească 0,1—0,25 mm.

Metoda dă bune rezultate, dovadă fiind faptul că la peste 60 de specii de plante s-au obținut materiale libere de infecții.

Un avantaj indiscutabil al acestei metode este că prin cultivarea unor plante perfect sănătoase, derivate din culturile *in vitro*, se obține sporuri considerabile de recoltă. Astfel, se citează (WANG și HU — 1982) că la cartofi clona liberă de viroze a dat o producție cu 28,5% superioară, cu un procent de îmbolnăvire a tuberculilor de numai 0,63. Literatura de specialitate citează numeroase cazuri de plante ornamentale cu flori mai mari și mai viguroase obținute la clonele libere de viroze.

Un caz foarte bine cunoscut și cu o largă răspîndire mondială este cultura căpșunului liber de viroze. Astfel de plante au fost obținuta încă din 1963. Tehnica obținerii unor plante libere de viroze este în amănunțit elaborată astfel încît se pot obține milioane de plante pe an, pornind de la o singură plantă mamă.

Aceste puține exemple sînt semnificative pentru a ilustra deosebitele avantaje obținute de pe urma culturilor plantelor libere de viroze. Este și motivul pentru care un astfel de sistem a luat o amploare foarte mare pe plan mondial, precum și în țara noastră, unde se obțin plante libere de viroze la căpșuni (Stațiunea Mărăcineni, Pitești), plante ornamentale (Stațiunea Codlea) ș.a.

## 9.5. HAPLOIDIA EXPERIMENTALĂ ȘI UTILIZAREA EI

Pornind de la ideea că la vieţuitoarele inferioare la care în ciclul de viață haplofaza este dominantă ca timp, s-au obținut rezultate cu totul remarcabile în studiul geneticii și s-a emis ideea de a se obține și la plantele superioare forme haploide, forme care prezintă avantajul că toate genele se exteriorizează, deci genotipul este identic cu fenotipul.



Scanned with OKEN Scanner

Această idee a avut și un suport practic, prin aceea că în mod spontan apar din oosferele nefecundate, la o serie de specii, plante haploide. De aceea și primele cercetări privind obținerea de plante haploide au făcut apel la oosfere. Dar tehnica de lucru s-a dovedit greoaie și rezultatele supuse hazardului. Este și motivul pentru care cercetările s-au îndreptat înspre obținerea de plante haploide pornind de la antere sau grăunciori de polen. Primele rezultate au fost obținute încă din 1963 de către YAMADA și colab., care au reușit realizarea unei culturi haploide pornind de la antere de Tradescanția. Dar, deși cercetările sînt numeroase, doar în ultimul deceniu s-a făcut pasul hotărîtor, în sensul că a fost elaborată tehnologia corespunzătoare pentru ca aceste metode să poată fi folosite cu succes în ameliorarea plantelor. Pînă în prezent au fost obținute la peste 150 specii haploizi prin cultura anterelor (tabelul 54).

Faptul că nu la toate speciile s-au putut produce forme haploide este o dovadă că și acest sistem este controlat genetic. Acest lucru este și mai bine reliefat de aceea că în cadrul speciilor apar diferențe mari între soiuri. În acest sens este edificator exemplul dat de MATTINGLY și COLLINS, 1975, care arată că la tutun la soiul Burley frecvența androgenezei este de 50—90%, pe cînd la soiul Red Russian de doar 2,6%. Astfel de exemple sînt citate la foarte multe specii : Secale cereale, Triticale, Triticum aestivum, Hordeum vulgare ș.a.m.d.

O altă categorie de factori ce nu trebuie neglijați sînt cei fizologici, cum sînt : vîrsta plantei, diferențele sezoniere, stadiul de dezvoltare a polenului. Deși plantele derivate din microspori ar trebui să fie haploide, există foarte multe cazuri de apariție de plante nonhaploide, fapt ce reiese edificator din studierea rezultatelor experimentale incluse în tabelul 55.

Cu toate acestea, haploizii obținuți experimental prezintă o importanță deosebită în procesul de ameliorarea plantelor.

La formele monohaploide se exteriorizează toate genele, în consecință orice mutație poate fi imediat detectată. Dacă aceasta este valoroasă, prin dublarea numărului de cromozomi se realizează o plantă diploidă homozigotă posesoare a mutației respective. Aceasta prezintă un mare avantaj, întrucît la plantele diploide mutațiile recesive ca să se exteriorizeze trebuie să ajungă în stare homozigotă, stare care la speciile alogame se obține într-un timp îndelungat.

La speciile alogame se cunoaște faptul că rezultate foarte bune se realizează prin folosirea consangvinizării și heterozisului metodă îndelungată și costisitoare.

*Tabelul 54*

Speciile de angiosperme la care a fost raportată obținerea calusului sau a plantelor cu origine androgenetică (după ELENA BADEA și P. RAICU, 1984).

| Specia | Răspunsul | Referință bibliografică |
|---|---|---|
| Aegilops | C P | Kimata și Sakamoto, 1972 |
| Aesculus hippocastanum | E | Radojevic, 1978 |
| Agropiron repens | E | Zenkteler și colab., 1975 |
| Anemone coronaria | E | Sunderland și Dunwell, 1977 |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 54 (continuare)*

| Specia | Răspunsul | Referință bibliografică |
|---|---|---|
| Anemone hepatica | E | Georgiev și Chavdarov, 1974 |
| Anemone sp. | E | Johansson și Eriksson, 1977 |
| Arabidopsis thaliana | C P | Gresshoff și Doy, 1972 |
| Arabidopsis griffithiana | C | Amos și Scholl, 1978 |
| A. korshinsky | C | Amos și Scholl, 1978 |
| A. pumila | C | Amos și Scholl, 1978 |
| Arachis hypogaea | C E | Bajaj și colab., 1989 |
| A. glabrata | C E | Bajaj și colab., 1989 |
| Asparagus officinalis | C P | Pelletier și colab., 1972 |
| Atropa belladonna | E | Zenkteler, 1971<br>Rashid și Street, 1973 |
| Beta vulgaris ($2n=4x=36$) | C P | Breeding Lab. Heilingchiang Sugarbeet Institute, 1973 |
| Beta vulgairs ($2n=2x=18$) | C P | Shao, 1979 |
| Brassica campestris | C P | Keller și colab. 1975; Keller și Armstrong, 1979 |
| Brassica chinesis | C P | Chung și colab., 1977 |
| Brassica napus | E | Thomas și Wenzel, 1975; Keller și Armstrong, 1977, 1978; Renard și Dosba, 1980 |
| Brassica oleracea | C P | Kameya și Hinata, 1970 |
| B. oleracea × B. alboglabra | C P | Kameya și Hinata, 1970 |
| Brassica pekinesis | C P | Teng și Kuo, 1977 |
| Bromus inermis | E | Zenkteler și colab., 1975 |
| Camellia sinensis | C | Iyer și Raina, 1972 |
| Capsicum annuum | C E P | Wang, 1973; Novak, 1974; Sibi și colab, 1979; Dumas de Vaulx și colab., 1981 |
| Capsicum frutescens | C | Novak, 1974 |
| Citrus microcappa | | Chen și colab., 1980 |
| Coffea arabica | C E | Shaap și colab., 1973 |
| Corchorus | C | Iyer și Raina, 1972 |
| Datura innoxia ($2n=2x=24$ | E C P | Guha și Maheshwari, 1966; Geier și Kohlenbach, 1973 |
| Datura innoxia ($n=x=12$) | E P | Badea și Raicu, 1982 |
| D. innoxia ($3n=3x=36$) | E P | Badea și Raicu, 1982 |
| D. innoxia ($4n=4x=48$) | E P | Badea și Raicu, 1983 |
| D. innoxia ($6n=6x=72$) | E P | Badea și Raicu, 1983 |
| D. metal ($2n=2c=24$) | E P | Narayanaswamy și Chandy, 1971 |
| D. metal ($n=x=12$) | E P | Narayanaswamy și Chandy, 1971 |
| D. metal ($3n=3x=36$) | E P | Narayanaswamy și Chandy, 1974 |
| D. meteloides | E C P | Kohlenbach și Geier 1972; Nitsch, 1972 |
| D. muricata | E P | Nitsch, 1972 |
| D. stramonium | E P | Guha și Maheswari, 1967 |
| D. wrightii | E P | Kohlenbach și Geier, 1972 |
| Digitalis purpurea | C P | Cerduan și Spiy, 1975 |
| Festuca arundinacea | C | Niizeki și Kita, 1973 |
| Festuca pratensis | E | Zenkteler și Misiura, 1974 |
| Fragaria virginiana | C P | Rosati și colab., 1975 |
| Freesia sp. | C P | Bajaj și Pierik, 1974 |
| Gerbera jamesonii | P | Preil și colab., 1977 |
| Geranium hortorum Pelargonium hortorum | C P | Abo-Tl, Nil și Hilderandt, 1973<br>Hammerschlag, 1981 |
| Glycine max | | Yin și colab., 1980 |
| Helleborus foetidus | E | Zenkteler și colab., 1975 |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 54 (continuare)*

| Specia | Răspunsul | Referință bibliografică |
|---|---|---|
| Hevea brasiliensis | E P | Chen și colab., 1978, 1982 |
| Hordeum vulgare | C P | Clapham, 1973 |
| Hyoscyamus albus | E | Raghavan, 1975 |
| Hyoscyamus niger | E C P | Coeduan, 1975; Raghavan, 1975 1976; Wernicke și Kohlenbach, 1977 |
| Hyoscyamus mulicus | P | Wernicke și colab., 1979 |
| Hyoscyamus pusillus | E | Raghavan, 1975 |
| Lilium longiflorum | C P | Sharp și colab., 1972 |
| Linum usitatissimum | | Sun, 1979 |
| Lobularia maritima | C P | Goel și colab., 1981 |
| Lolium multiflorum | C P | Clapham, 1971 |
| Lolium multiflorum Festuca arundinacea | C P | Nitzche, 1970 |
| Lolium perenne | C P | Clapham, 1971 |
| Lotus corniculatus | C | Niizeki și Grant, 1971 |
| Luffa cylindrica | P E | Sinha și colab., 1978 |
| Luffa echinata | P E | Sinha și colab., 1978 |
| Lycium halimifolium | E | Zenkteler, 1972 |
| Lycopersicum esculentum | C P | Gresshoff și Doy, 1972; Gulshan și colab., 1981 |
| Lycopersicum peruvianum | C | Gresshoff și Doy, 1972; Ancora și colab., 1977 |
| Lycopersicum pimpinellifolium | C E | Nitsch și Nitsch, 1969; Debergh și Nitsch, 1973 |
| Medicago denticulata | | Xu, 1979 |
| Nicotinna alata | E P | Nitsch, 1969 |
| Nicotiana attenuata | E P | Collins și Sunderland, 1974 |
| Nicotiana clevelandii | E P | Vyskot și Novok, 1974 |
| Nicotiana glauca × Nicotiana langsdorffii | E P | Smith, 1974 |
| Nicotiana glutinosa | E P | Nitsch, 1969 |
| Nicotiana knightiana | E P | Collins și Sunderland, 1974 |
| Nicotiana ootphora | E P | Collins și colab., 1972 |
| Nicotiana panticulata | E P | Nakamura și colab., 1974 |
| Nicotiana raimondii | E P | Collins și Sunderland, 1974 |
| Nicotiana rustica | E P | Nitsch și Nitsch, 1969 |
| Nicotiana sanderae (Nicotiana forgetina × Nicotiana alata) | E P | Vyskot și Novak, 1974 |
| Nicotiana suaveolens | E P | Smith, 1974 |
| Nicotiana suaveolens × N. langsdorffii | C P | Guo, 1972 |
| Nicotiana sylvestris | E P | Bourgin și Nitsch, 1967 |
| Nicotiana tabacum | E P | Bourgin și Nitsch, 1967 |
| Hibrizi interspecifici N. glauca × N. tabacum | E P | Ralcu și colab., 1979 |
| Nicotiana tabacum ($4n=96$) | E P | Niizeki și Kita, 1975 |
| N. tabacum ($3n=72$) | E P | Niizeki și Kita, 1975; Niizeki, 1977 |
| N. tabacum (aneuploid) | E P | Niizeki și Kita, 1975 |
| N. velutina | P | Vagera, 1978 |
| Oryza perennis | C P | Oono, 1975 |
| Oryza sativa | C P, E | Niizeki și Oono, 1968; Guha și colab., 1970; Anonimi, 1974; Chaleff și Stolarz, 1981 |
| Oryza sativa (hibrid) | C P | Niizeki și Oono, 1971 |
| Paeonia hybrida | E | Sunderland, 1974 |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 54 (continuare)*

| Specia | Răspunsul | Referință bibliografică |
|---|---|---|
| Paeonia lactifolia | E | Ono și Tsukida, 1978 |
| Paeonia lutea | E | Zenkteler și colab., 1975 |
| Paeonia suffruticosa | E | Zenkteler și colab., 1975 |
| Petunia axillaris | C P | Doreswamy și Chacko, 1973 ; Engvild, 1973 |
| Petunia hibrida P. axillaris | C P | Raguin și Pilet, 1972 |
| Petunia hibrida | C P, E | Iyer și Raina, 1972 ; Wagner și Hess, 1974 ; Sangwan și Norreel, 1975 ; Raicu și Badea, 1980 ; Mitchell și colab., 1980 ; Martineau și colab., 1981 |
| Petunia parodii | E P | Gupta, 1982 |
| Pharbitis nil | E | Sangwan și Norreel, 1975 |
| Phaseolus vulgaris | C | Peters și colab., 1977 |
| Phelum pratense | C | Niizeki și Kita, 1973 |
| Physalis minima | P | George și Rao, 1979 |
| Populus nigra | C P | Wang și colab., 1975 |
| Populus simonii × P. nigra | C P | Anonimi, 1975 |
| Populus ussuriensis | C P | Anonimi, 1975 |
| Prunus amygdalus | C | Michellon și colab., 1974 |
| Prunus armeniaca | C | Harn și Kim, 1972 |
| Prunus avium | C E | Zenkteler și colab., 1975 ; Jordan, 1975 |
| Prunus persica | C | Michellon și colab., 1974 |
| Pyrus communis | E | Jordan, 1975 |
| Rehmannia glutinosa | | He Ze Chinese Medicine Laboratory, 1978 |
| Ribes nigrum | C | Jordan, 1975 |
| Saintpaulia ionantha | E, C E | Hughes și colab., 1975 |
| Scopolia lurida | E | Wernicke și Kohlenbah, 1975 |
| Scopolia physaloides | E | Wernicke și Kohlenbah, 1975 |
| Secale cereale | E P | Wenzwl și Thomas, 1974 ; Thomas și Wenzwl, 1975 |
| Secale montanum | E | Zenkteler și Misiura, 1974 |
| Setaria italica | C | Ban și colab., 1971 |
| Solanum dulcamara | E | Zenkteler, 1973 |
| Solanum melongena | C P | Iyer și Raina, 1972 ; Raina și Iyer, 1973 ; Dumas de Valux și Chambonner, 1982 |
| Solanum phureja | E | Matsubayashi și Kuranuki, 1975 |
| Solanum nigrum | C P | Harn, 1972 |
| Solarum surattense | P | Sinha și colab., 1979 |
| Solanum tuberosum (2x) | P | Foroughi Wehr și colab., 1977 ; Sopory și colab., 1977 |
| Solanum tuberosum (4x) | E | Dunwel și Sunderland, 1973 ; Sopory și Rogan, 1976 ; Spory, 1977, Irikura și Sakagughi, 1972 |
| Solanum verrucosum | E | Zhao, 1978 |
| Sorghum vulgare | | Yamada și colab., 1963 |
| Tradescantia reflexa | C | Ono și Larter, 1973, 1976 ; Wang și colab., 1973 ; Sun și colab., 1974 ; Bernard și colab., 1976, 1977, 1980 |
| Triticale | E P | Furjii, 1970 |
| Triticum aegilopoides | C | De Buyser și Henry, 1980 |
| Triticum aestivum ($n=3x=21$) | C P | |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 54 (continuare)*

| Specia | Răspunsul | Referință bibliografică |
|---|---|---|
| Triticum aestivum | C P | Ouyang și colab., 1973 ; Wang și colab., 1973 ; Craig, 1974 ; Shimada și Makino, 1975 ; Picard și De Buyser, 1975, 1977 ; Picard și colab., 1978 ; De Buyser și Henry, 1979 ; Schaeffer și colab., 1979 ; Bullock și colab., 1982 |
| Triticum aestivum × Agropyron glaucum | C P | Wang și colab., 1975 |
| Triticum dicoccoides | C | Fujii, 1970 |
| Triticum monoccocum | C P | Tan și Halloran, 1982 |
| Vicia faba | C | Husemann, 1980 |
| Vicia vinifera | C, E P | Gresshoff și Doy, 1974 ; Bouguet și colab., 1982 ; Rajasekaran și Mullins, 1983 |
| Vitis vinifera V. rupestris | E P | Rajsekaran și Mullins, 1979 |
| Zea mays | C P | Ku și colab., 1975 ; Nitsch și colab., 1980 |
| Withania somnifera | C | Vishnio și colab., 1979 |

*Tabelul 55*

Numărul cromozomilor la plantele regenerate din culturi antere și polen

| Specia și numărul de cromozoni | Modul de dezvoltare | Nr. de cromozomi la pl. regener. | Referința bibliografică |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| Aegilops candata × Ae. umbellulata amfipl. ($2n=28$) | calus | 14 | Kimata și Sakamoto, 1972 |
| Arabidopsis thaliana ($2n=10$) | calus | 5 | Gresshaff și Doy, 1972 |
| Asparagus officinalis ($2n=20$) | calus | 10 | Pelletier și colab., 1972 ; Raquin, 1973 |
| Atropa belladonna ($2n=72$) | embrioni | 36, 72, 108 | Zenkteler, 1971 ; Kohlenbach și Geier, 1972 |
| Brassica campestris ($2n=20$) | embrioni | n, 2n | Keller și Armstrong, 1979 |
| Brassica napus ($2n=38$) | embrioni | aneuploizi | Keller și Amstrong, 1978 Renard și Dosba, 1980 |
| Brassica oleracea ($2n=18$) | calus | 9 | Kameya și Hinata, 1970 |
| Caspicus annuum ($2n=24$) | embrioni calus | 12, 24 | George și Narayanaswamy, 1973 Wang și colab. 1973 |
| Datura innoxia ($n=x=12$) | embrioni | 12, 24, 36, | Badea și Raicu, 1982 |
| Datura innoxia ($2n=24$) | embrioni | 12, 24, 36, 48, 72 | Guha și Maheshwari, 1964, 1966 Engvild și colab. 1972 ; Nitsch, 1972 ; Sunderland și colab. 1974 ; Badea și Raicu, 1983. |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 55* (continuare)

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Datura innoxia (2n=3x=36) | embrioni | 12, 24, 36 48 aneupl. | Badea și Raicu, 1982 |
| Datura innoxia (2n=4x=48) | embrioni | 24, 48 | Badea și Raicu, 1983 |
| Datura innoxia (2n=6x=72) | embrioni | 36, 72, aneupl. | Badea și Raicu, 1983 |
| Datura metel (n=x=12) | embrioni | 12, 24 | Chandy și Narayanaswamy, 1971 |
| Datura metal (2n=24) | embrioni | 12, 24, 36 | Narayanaswamy și Chandy, 1971 Iyer și Raina, 1972 ; Nitsch, 1972 |
| Datura metal (2n=3x=36) | embrioni | | Narayanaswamy și George, 1973 |
| D. meteleoides (2n=24) | embrioni | 12, 24 | Kohlenbach și Geier, 1972 ; Nitsch, 1972 |
| D. muricata (2n=24) | embrioni | 12 | Nitsch, 1972 |
| Fragaria virginiana (2n=56) | embrioni | 56 | Rosati și colab, 1975 |
| Hevea brasiliensis | embrioni | mixopl. (celule cu 9, 18, 27, 36 și aneuploide) | Chen și colab., 1982 |
| Hordeum vulgare (2n=14) | calus | 7, 14, 28 | Clapham, 1971, 1973 ; Malepszy și Grunewald, 1974 ; Foroughi Wehr și colab., 1988 |
| Lilium longiflorum (2n=24) | calus | 12 | Sharp și colab., 1971 |
| Lolium multiflorum (4x) × Festuca arundinacea (12x) (2n=49) | calus | 25 | Nitzsche, 1970 |
| Lotus corniculatus (2n=24) | calus | 24, 48 | Niizeki și Grant, 1971 |
| Lycium halimifolium (2n=24) | embrioni | 12 | Zenktwlwr, 1972 |
| Lycopersicum esculentum (2n=24) | calus | 12 | Gresshoff și Doy, 1972 |
| Nicotiana alata (2n=18) | embrioni | 9 | Nitsch și Nirsch, 1969 |
| Nicotiana attenuata (2n=24) | embrioni | 12 | Collins și Sunderland, 1974 |
| N. gluaca × N. Langsdorffii amfipl. (2n=42) | embrioni | 21 | Smith, 1974, D'Amate, 1977 |
| Nicotiana glutinosa (2n=24) | neraportat | 12 | Nakamura și Itagaki, 1973, 1974 |
| Nicotiana kotophora (2n=24) | embrioni | 12, 24 | Collins și colab., 1972 ; Collins și și Dadavasian, 1972 ; Nakamura și Itagaki, 1983 |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 55* (continuare)

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Nicotiana knightiana (2n=24) | embrioni | 12 | Collins şi Sunderland, 1974 |
| Nicotiana paniculata (2n=24) | neraport. | 12 | Nakamura şi Itagaki, 1973 |
| Nicotiana raimondii (2n=24) | embrioni | 12 | Collins şi Sunderland, 1974 |
| Nicotiana rustica (2n=48) | embrioni | 24 | Nitsch, 1972 ; Nitsch şi Nitsch, 1969 ; Nakamura şi Itagaki, 1973 |
| Nicotiana suaverlens (2n=32) | embrioni | 16 | Smith, 1974 ; D'Amate, 1977 |
| Nicotiana sylvestris (2n=24) | embrioni | 12, 24 | Bourgin şi Nitsch, 1967 ; Nitsch şi colab., 1969 ; Nitsch, 1972 |
| Nicotiana tabacum (2n=48) | embrioni | 24, 48 | Bourgin şi Nitsch, 1967 ; Nakata şi Tanaka, 1968 ; Nitsch şi colab., 1969 ; Burk, 1970 ; Carlson, 1970 ; Devreux, 1970 ; Melchers şi Labil, 1970 ; Nilsson Tillgren şi Wettstein-Knokles, 1970 ; Sharp şi colab, 1971 ; Burk şi colab., 1972 ; Collins şi Saradasivaiah, 1972 ; Nitsch, 1972 ; Opatrny, 1973 ; Kasperbauer şi Collins ; 1974 |
| Nicotiana tabacum (3n=72) | embrioni | 26—41 | Niizeki şi Kita, 1975 |
| Nicotiana tabacum (4n=96) | embrioni | 43—49 | Niizeki şi Kita, 1975 |
| Nicotiana tabacum (aneuploizi) | embrioni | aneupl. | Niizeki şi Kita, 1975 |
| Oryza sativa (2n=24) | calus | 12, 24, 36, 48, 60 | Niizeki şi Oono, 1968, 1971 ; Nishi şi Mitsuoka, 1969 ; Guha, 1970 ; Iyer şi Raina, 1972 |
| Pelargonium hortorum (2n=18) | calus | 36 | Abo El-Nil şi Hildebrandt, 1971 |
| Petunia axillaris (2n=14) | embrioni | 21, 28 | Engvild, 1973 |
| Petunia hybrida (2n=14) | embrioni | 7, 14, 21 | Raquin şi Pilet, 1972 ; Sangwan şi Norreel, 1972 ; Engvild, 1973 ; Wagner şi Ness, 1974 ; Gunaga pat şi colab., 1986 ; Raicu şi Badea, 1980 ; Mitchel şi colab., 1980 |
| Petunia hybrida (2n=28) | embrioni | mixapl. 28, 42 | Badea şi Raicu, 1984 |
| Petunia parodii (2n=14) | embrioni | 14, 21, 28 | Gupta, 1982 |
| Secale cereale (2n=14) | calus | 14 grade mai mari de ploide | Wenzel şi Thomas, 1974 ; Wenzel şi colab., 1976 ; Hoffmam şi Wesezel, 1981 |
| Setaria italica (2n=18) | calus | 9, 18 | Ban şi colab. 1971 |
| Solanum dulcamara (2n=24) | embrioni | 12 | Zenktelér, 1973 |



Scanned with OKEN Scanner

*Tabelul 55* (continuare)

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Solanum melongena (2n=24) | embrioni calus | 12, 24 | Raina şi Iyer Isouard, şi colab. 1979; Raquin şi Isouard, 1980; Dumas de Vaulx şi Chambonnet, 1982 |
| Solanum nigrum (2n=72) | calus | 36, 72 108 aneupl. | Harn, 1972 |
| Solanum tuberosum (2n=48) | embrioni | 24, 48 | Dunwell şi Sunderland, 1973 |
| Solanum verrucosum (2n=24) | calus | 12 | Irikura şi Sakaguchi, 1972 |
| Triticum aestivum (2n=42) | calus (embrioni) | 21, 35, 42 mixopl. | Ouyang şi colab., 1973; Picard şi de Buyser; 1973; Wang şi colab., 1973; Picard şi colab., 1978; Hu Han şi colab., 1979; Henry şi Buyser, 1980; Hu Han şi colab., 1980 |
| Triticum aestivum × (n=x=21) | | 21, 42 | De Buyser şi Henry, 1980 |
| Triticum aestivum × Secale cereale amfip. (2n=56) | calus | 28 | Wang şi colab., 1973 |
| Vitis vinifera × Vitis rupestris (2n=38) | calus embrioni | 38 | Rajasekaran şi Mullins, 1979 1983 |
| Zea mays (2n=20) | embrioni | 10, 20 | Nitsch şi colab., 1980 |

Dar, folosirea haploidei poate scurta timpul găsirii de forme total homozigote, în sensul că o plantă haploidă valoroasă se poate diploidiza, obţinîndu-se diploizi într-o singură generaţie, formă la care absolut toate alelele sînt în stare homozigotă. Folosirea unor astfel de părinţi în hibridare determină apariţia într-o măsură mai mare a fenomenului heterozis, întrucît prin consangvinizare nu se poate ajunge niciodată la o homozigotizare absolută.

La formele autogame (grîu, orz) prin haploizi şi apoi dihaploidizare se obţin forme mai rezistente la unele boli şi, de asemenea, forme la care unele caractere de interes major (capacitate de înfrăţire, număr de seminţe în spic) sînt superioare formelor din care provin.

La acestea este de subliniat şi faptul că dihaploizii prezintă o puritate mult mai mare, fenomen deosebit de important în procesul producerii de sămînţă.

Cele cîteva succinte date demonstrează, fără putinţă de tăgadă, că noile cuceriri ale ingineriei genetice vor revoluţiona procesul de ameliorare a plantelor prin posibilităţile pe care le oferă de a construi plante noi cu o nouă arhitectură, cu calităţi mult superioare celor existente la ora actuală. Omenirea, de fapt, îşi pune mari speranţe în capacitatea ingineriei genetice de a eradica flagelul ei numărul unu, foametea.



Scanned with OKEN Scanner

# 10. CENTRELE GENICE, SURSE DE MATERIAL INIȚIAL

## 10.1. POPULAȚIILE AUTOGAME ȘI ALOGAME

După cum este cunoscut, plantele, în funcție de modul lor de înmulțire, se împart în autogame și alogame. Plantele autogame se înmulțesc pe baza fecundării între elementele reproducătoare femele și mascule aparținînd aceluiași individ, pe cînd la plantele alogame fecundarea este încrucișată, în sensul că elementul reproductiv mascul care fecundează elementul reproductiv femel aparțin unui alt individ.

La plantele autogame, ca rezultat al autopolenizării, populațiile sînt alcătuite dintr-un amestec de genotipuri homozigote. Autopolenizarea determină, chiar în cazul apariției unor încrucișări accidentale, eliminarea automată și rapidă a heterozigoților din cadrul populației. Acest efect al autopolenizării a fost demonstrat matematic de Mendel, care a arătat că fiecare generație nouă de autopolenizare reduce la jumătate numărul heterozigoților din populație. Desigur, cazul se referă la heterozigoții pentru o singură pereche de alele.

În cazul unui heterozigot pentru $n$ perechi de alele, proporția homozigoților după $m$ generații de autopolenizare este dată de formula:

$$\left(\frac{2^m-1}{2^m}\right)^n$$

Prin urmare, numărul generațiilor de autopolenizare necesar pentru atingerea unui nivel ridicat de homozigoție este diferit, în funcție de numărul perechilor de alele heterozigote.

Astfel, în cazul heterozigoților pentru cinci perechi de alele vor fi necesare cinci generații de autopolenizare pentru ca 95% din indivizii populației să devină homozigoți. Chiar în cazul unui heterozigot, pentru 100 perechi de alele, caz rar întîlnit la plante, după 10 generații de autopolenizare se va ajunge ca 90% din indivizii populației să fie homozigoți pentru toți locii.

Apare, deci, evident că autopolenizarea aduce rapid orice populații la o stare de homozigoție, în final existînd desigur diferite tipuri homozigote.

Numărul posibil al tipurilor homozigote este de $2^n$, în care $n$ reprezintă numărul perechilor de alele heterozigote.



Scanned with OKEN Scanner

Prin urmare, în ameliorarea plantelor, scopul selecției în populațiile naturale autogame este de a izola biotipurile homozigote valoroase.

Aplicarea selecției în populațiile autogame epuizează rapid variabilitatea existentă, ducînd la obținerea de linii homozigote, linii pure, în care repetarea selecției este ineficientă.

Cunoștințele actuale cu privire la mecanismele genetice ale selecției în populațiile autogame se bazează în primul rînd pe teoria „liniei pure", elaborată de JOHANNSEN la începutul acestui secol.

Liniile homozigote extrase din populațiile autogame (așa-zise linii pure) au o mare stabilitate ereditară, dar, în anumite condiții, în cadrul acestor linii apar unele variații ereditare.

Principala sursă de schimbare a liniilor homozigote o constituie mutația genică. Numeroasele cercetări efectuate au evidențiat prezența mutațiilor la diferite specii, frecvența naturală fiind foarte diferită pentru diferite gene. Cu toate că procentele de apariție a mutațiilor sînt foarte reduse și că marea majoritate a acestora sînt nefavorabile (fiind eliminate), apar însă și mutații favorabile care stau la baza apariției unor noi genotipuri în populație.

O altă sursă de variație a acestor linii homozigote o constituie hibridarea și recombinarea genelor. Este știut că alogamia (excepție făcînd speciile cleistogame) se întîlnește totuși în diferite proporții la majoritatea speciilor autogame, determinînd astfel apariția unor recombinări de caractere.

Se constată, deci, că mutațiile și hibridarea provoacă heterogenizarea liniei homozigote, transformînd-o într-o nouă populație formată dintr-un amestec de genotipuri. Acest lucru face ca selecția să devină nou eficientă. Iată de ce pentru păstrarea purității soiurilor autogame aflate în producție, în procesul de producere de sămînță se aplică periodic selecția și aceasta nu se face cu scopul de a crea un nou soi.

Populațiile alogame sînt alcătuite din indivizi heterozigoți, fiecare fiind, într-o măsură mai mare sau mai mică, diferit de ceilalți indivizi din cadrul populației.

Heterozigoția și variabilitatea, cît și faptul că în fiecare generație se întîlnește un alt ansamblu de recombinări de gene sînt desigur consecințele polenizării încrucișate.

Cu toate aceste, populațiile alogame au o anumită stabilitate, fapt ce se datorează tendinței ca, în condițiile constante de mediu, fondul de gene al populației să ajungă la o stare de echilibru genetic, care se exprimă printr-o anumită frecvență a genelor și genotipurilor care o compun. Desigur că această constanță a frecvențelor genotipurilor și genelor se încadrează în limitele fluctuațiilor întîmplătoare.

DOBZANSKI compară populațiile alogame cu un rezervor de gene (fondul de gene) care rămîne neștirbit. De la o generație la alta se schimbă recombinările dintre gene, neexistînd de fapt aceleași genotipuri la două generații succesive.

În cadrul unei asemenea populații acționează relații legice între frecvența homozigoților și heterozigoților unei perechi de alele, relații ce sînt reprezentate la modul cel mai general prin legea lui HARDY-WEINBERG.

Echilibrul genetic al populațiilor alogame se poate modifica datorită intervenției unor factori care acționează asupra populațiilor, cum sînt : aba-



Scanned with OKEN Scanner

terile de la panmixie, mutațiile, migrația genelor, driftul genetic și selecția. Unii din acești factori modifică doar raportul dintre genotipuri, fără a efectua fondul de gene (abaterile de la panmixie, driftul genetic), în timp ce alții (mutațiile, migrația genelor, selecția) modifică frecvența genelor.

În general, selecția în populațiile alogame tinde să elimine exemplarele neadaptate (selecția naturală) sau cele care nu corespund obiectivelor ameliorării (selecția artificială).

Luînd în considerare natura heterozigotă a acestor populații, se poate preciza că prin selecție se urmărește modificarea frecvențelor genelor din fondul de gene al populației, favorizîndu-se astfel, pe de o parte, sporirea genotipurilor valoroase în favoarea genotipurilor dorite și în același timp asamblarea de combinații noi de gene valoroase, ce nu se găsesc în populația inițială.

Efectul selecției la alogame este strîns legat de numeroși factori, printre care menționăm : intensitatea selecției, frecvența alelelor, existența recombinărilor genetice, corespondența genotip-fenotip etc., precum și de comportarea alelelor (dominanță, semidominanță, recesivitate etc.).

Astfel, eliminarea prin selecție a unei gene dominante și care se exteriorizează genotipic înainte de a se reproduce se face într-o singură generație, deoarece indivizii care manifestă prezența acestei gene vor fi eliminați de la reproducere. Spre exemplu, caracterul „ramificarea tulpinei" la floarea-soarelui, condiționat de gene dominată Br și care se poate identifica înainte de înflorire, poate fi eliminat total într-o singură generație din populație prin îndepărtarea tuturor plantelor ramificate, înainte de înflorire.

Conform legii HARDY-WEINBERG, proporția genotipurilor pentru o pereche de alele, la o populație în echilibru va fi dată de relația : $p^2BrBr : 2pqBrBr : q^2brbr$. Aplicarea selecției în favoarea alelei recesive va însemna eliminarea tuturor homozigoților și heterozigoților ce poartă gene *Br*.

Efectul selecției în favoarea unei alele recesive este condiționat și de frecvența acesteia în sînul populației. O frecvență redusă micșorează simțitor șansele de întîlnire a gameților care o poartă. De asemenea, eficacitatea selecției este mai mare pentru caracteristicile comune în populație și mai redusă pentru caracteristicile rare.

În cazul în care se urmărește eliminarea unei alele recesive din sînul populației, progresul realizat prin selecție este mai lent, deoarece această genă se va manifesta fenotipic la indivizii homozigoți pentru gena recesivă.

Eficacitatea selecției depinde în cea mai mare măsură de frecvența alelei recesive $q$ (respectiv $1-p$) din echilibrul $p^2AA+2p(1-p)Aa+(1-p)^2aa$. Astfel, dacă frecvența alelei recesive $1-p=0{,}8$, rezultă că proporția genei respective va fi de : $1-p=0{,}64$ în genotipul homozigot *aa* și de $\frac{2p(1-p)}{2}=\frac{0{,}32}{2}=0{,}16$ în heterozigoți *Aa*. Deci, alela recesivă va reprezenta o proporție totală de 0,80 (0,64+0,16).

Prin eliminarea homozigoților recesivi (0,64), gena recesivă ($a$) va fi înlăturată în proporție de :

$$\frac{0,64}{0,80} \cdot 100 = 80\% \text{ într-o singură generație.}$$

În cazul în care frecvența alelei recesive este mică (luăm de exemplu $1-p=0,3$), proporția acesteia în populație va fi de 0,09 (în homozigoți) și 0,21 (în heterozigoți), respectiv 0,30.

Eliminarea genei din populație, prin îndepărtarea homozigoților recesivi într-o generație, se va face în proporție de numai 30%.

Din exemplele date rezultă că : proporția alelei recesive ($a$) eliminată prin genotipurile homozigote recesive ($aa$) din populație este egală cu $1-p$, selecția în vederea eliminării alelelor recesive este eficace dacă frecvența alelei este mare sau invers.

Prin selecție este însă imposibil de eliminat în totalitate dintr-o populație alogamă o genă recesivă, deoarece la niveluri foarte joase ale frecvenței acesteia ea rămîne ascunsă în heterozigot, de alela dominantă.

Astfel, dacă frecvența alelei recesive ar fi în $F_2$ de 0,5 și dacă se efectuează o selecție continuă a genotipurilor homozigote $aa$, în generațiile următoare se vor întîlni următoarele frecvențe ale alelei recesive :

$F_3 = 0,333$
$F_4 = 0,250$
$F_5 = 0,200$
$F_{10} = 0,100$
$F_{50} = 0,020$
$F_{100} = 0,010$

Eliminarea completă a alelelor recesive nedorite din populațiile alogame este posibilă doar prin consangvinizare.

## 10.2. EFECTE GENETICE ÎN PROCESUL PRODUCERII DE SĂMÎNȚĂ

Una din verigile cele mai importante de obținerea de recolte corespunzătoare cerințelor actuale este de a avea la dispoziție o sămînță de cea mai bună calitate și care să provină din verigile superioare ale procesului de producere de sămînță.

Scopul principal al lucrărilor de producere și înmulțire a semințelor este de a asigura puritatea soiurilor și hibrizilor zonați și deci de a asigura un material semincer autentic pentru producție.

Pentru o mai bună înțelegere a caracteristicilor biologice care impun menținerea purității biologice a soiurilor date în cultură, trebuie subliniat că în procesul de producere de semințe se lucrează cu populații genetice,



Scanned with OKEN Scanner

care indiferent că sînt autogame sau alogame prezintă o structură (compoziție) genetică care se exprimă prin frecvența genelor și genotipurilor. Soiul, deci, unitar la prima vedere sub aspect morfologic și fiziologic, ca orice populație genetică, este un amestec de biotipuri (biotipul = o grupă de indivizi cu constituție genetică identică și asemănători din punct de vedere morfologic și fiziologic).

În cadrul soiului, biotipurile cu constituție genetică apropiate, care sînt și cele mai numeroase, se găsesc grupate în jurul unei valori medii a soiului, care reprezintă tipul populației genetice și care conferă soiului o tipicitate caracteristică. Resturile biotipurilor populației, cu constituții genetice mai puțin asemănătoare tipului populației, se dispun în proporții aproape egale de o parte și de alta a valorii medii, descrescînd ca frecvență către extreme. Aceste biotipuri, mai puțin frecvente ca număr, reprezintă plus și minus variantele populației genetice.

Soiurile își păstrează caracteristicile lor ereditare datorită echilibrului genetic care se stabilește între biotipurile ce-l compun și se reflectă prin gradul de uniformitate (omogenitate). Deci, echilibrul genetic este acela care conferă soiului stabilitatea sa ereditară.

Soiurile plantelor autogame posedă mai puține biotipuri, ca atare sînt mai uniforme și se mențin în echilibru genetic datorită autofecundării și homozigoției. Stabilitatea genetică mai accentuată, caracteristică plantelor autogame, este strîns corelată cu gradul de homozigoție a indivizilor componenți. Soiurile obținute prin selecție individuală din materialul inițial nehibrid (soiuri monomorfe) sînt mai uniforme și mai stabile decît cele obținute din populații hibride. La acestea din urmă, homozigotarea are loc treptat; pe parcursul mai multor generații, chiar și după ce ele au fost introduse în producție. Ca atare pot apare unele segregări întîrziate care influențează asupra uniformității soiului și asupra purității biologice.

Cea mai mare uniformitate și stabilitate genetică o prezintă soiurile plantelor cu înmulțire vegetativă, deoarece clonele reproduc întocmai planta mamă din care provin.

La plantele alogame, datorită polenizării străine, soiurile sînt alcătuite din numeroase biotipuri heterozigote, care determină ca soiurile să fie mai puțin uniforme. Echilibrul genetic și stabilitatea la aceste soiuri se menține prin polenizarea între biotipuri componente care păstrează neschimbat fondul de gene al populației.

Ținînd seama de caracteristicile biologice ale soiurilor, sarcina principală în producerea semințelor este menținerea neschimbată a echilibrului genetic, care le conferă o anumită tipicitate și puritate biologică, reflectată printr-o anumită capacitate de producție și calitate. În natură, starea de echilibru a populației este însă temporară. Atît frecvența genelor cît și cea a genotipurilor se schimbă permanent, atrăgînd implicit schimbarea constituției genetice a populației, respectiv structura soiului.

Factorii care modifică starea de echilibru a soiului sînt: mutația, migrația, selecția și driftul genetic.

Mutațiile sînt în general rare, mai ales macromutațiile care sînt eliminate de selecția naturală avînd o valoare selectivă mică. În general, ele sînt sesizate cu ușurință și pot fi eliminate din cadrul soiului. Mai greu de observat sînt micromutațiile, care afectează caracterele cantitative,



Scanned with OKEN Scanner

dar acestea, în majoritatea cazurilor, sînt avantajoase datorită unei capacități sporite de adaptare, fapt ce determină răspîndirea lor în populație.

Migrația constituie cauza cea mai frecventă a modificării stării de echilibru a soiului prin impurificarea biologică și mecanică.

Selecția naturală afectează într-o măsură importantă structura soiului, modificînd atît frecvența genelor, cît și a genotipurilor. Se știe că sub acțiunea selecției naturale sînt favorizate genotipurile care au o bună adaptare la condițiile nefavorabile de mediu, care însă, în cele mai dese cazuri, sînt mai puțin productive. În consecință, în anii cu condiții nefavorabile, genotipurile extensive sînt avantajate în dauna celor intensive și în felul acesta, în decurs de cîțiva ani, soiurile își pot schimba radical structura dacă nu se aplică metode adecvate de producere de sămînță.

Deci, prin procesul de producere de sămînță se vor aplica metode de selecție artificială, care să permită menținerea structurii genetice și a productivității soiurilor, să mențină deci proporția genotipurilor intensive care au o valoare selectivă mai redusă decît genotipurile extensive.

Driftul genetic poate atrage, de asemenea, modificări importante în frecvența genelor și a genotipurilor cu repercusiuni importante asupra valorii biologice a soiului. Astfel, în cazul în care procesul de producție de sămînță pornește de la un număr prea mic de elite, se pot pierde un număr însemnat de gene și soiul capătă o altă structură genetică, prin urmare fiind diferit de cel inițial. Este necesar, deci, să se aleagă un număr suficient de mare de plante elită care să permită păstrarea nealterată a bazei genetice a soiului respectiv.

Desigur că, toți factorii citați modifică structura genetică a soiului și depreciază valoarea sa biologică. Dintre aceștia, un efect mai puternic îl are migrația.

## 10.3. CENTRELE GENICE MONDIALE ȘI IMPORTANȚA LOR CA SURSĂ DE MATERIAL INIȚIAL

Noțiunea de material inițial pentru ameliorare definește totalitatea formelor cultivate sau spontane (existente sau create de ameliorator) care sînt folosite la crearea de noi soiuri sau hibrizi la plantele de cultură.

Obținerea de noi genotipuri (soiuri, hibrizi) superioare celor existente presupune realizarea unor noi combinații de gene mai potrivite condițiilor de mediu agrotehnice în care se vor cultiva. Numărul și valoarea acestor combinații de gene sînt direct legate de diversitatea genelor disponibile, adică de diversitatea și valoarea colecției de material inițial pe care amelioratorul o are la dispoziție (RETZ și CRADDOCK, 1969).

Din această cauză se urmărește colecționarea, studierea și conservarea unui număr cît mai mare de forme (atît din cele create an de an prin ameliorare, cît și din flora spontană) pentru fiecare specie de cultură în parte.



Scanned with OKEN Scanner

Se impune, în mod deosebit, colecționarea formelor mai vechi (populații locale, soiuri), care reprezintă o parte din variabilitatea genetică a speciilor și care, prin extindere în cultură a formelor ameliorate, tind să dispară. Aceste forme locale reprezintă surse de gene valoroase, chiar dacă pentru moment ele nu par a avea importanță.

Materialul inițial se studiază în cadrul stațiunilor de ameliorare prin colecțiile lor de lucru, dar volumul acestora este restrîns. De aceea, în prezent, în scopul utilizării cît mai eficiente în lucrările de ameliorare a germoplasmei valoroase (complexul de material ereditar al unei specii), cît și a conservării acesteia s-au înființat, în numeroase țări, instituții specializate, care poartă denumirea de „centre de resurse genetice" sau „bănci de gene".

Studiile efectuate cu privire la materialul inițial la diferitele specii de cultură au pus în evidență aspecte foarte importante pentru activitatea amelioratorilor. Prin prelucrarea uriașelor colecții de plante alcătuite din forme primitive și sălbatice ale speciilor de cultură, strînse cu ocazia numeroaselor expediții științifice pe întreaga suprafață a globului, s-a stabilit cu certitudine că actualele specii de cultură au apărut, în anumite zone geografice, din forme spontane.

Meritul cel mai important în exploatarea și evaluarea pe plan mondial a plantelor cultivate, precum și la stabilirea originii acestora revine eminentului om de știință, botanist, genetician și ameliorator N. I. VAVILOV. Acesta a introdus noțiunea de centru de origine (genic) pentru a indica zona de pe glob în care o anumită specie sau gen prezintă cea mai mare bogăție de forme apărute pe cale naturală.

Denumirea cea mai indicată a acestora pare să fie, conform conținutului definiției, de *centru genic* sau *centru de diversificare*.

Ca metodă de investigație, VAVILOV a folosit metoda fitogeografică diferențială, care se bazează pe o clasificare botanică precisă ; localizarea arealelor ocupate în trecut de fiecare specie ; cunoașterea caracterelor dominante ale speciei respective etc.

Se consideră că în vremuri foarte îndepărtate, acolo unde s-au format primele centre de civilizație (obișnuit în bazinele fluviilor), populația a început să folosească speciile spontane existente. Deoarece centrele de civilizație erau izolate prin diferite bariere naturale și întrucît nu exista schimb de mărfuri, diversificarea plantelor luate în cultură a avut loc doar în limitele zonei respective. Aceste zone au fost numite de VAVILOV centre de origine (genice) pentru a indica stațiunile primare ale diversificării plantelor de cultură.

Mai tîrziu, ca rezultat al inițierii și dezvoltării schimbului de mărfuri între diferitele centre de civilizație, plantele de cultură au fost introduse în alte zone, ceea ce a determinat alte diversificări genice. Au apărut deci și alte centre de diversificare (secundare), care prezintă importanță prin multitudinea de forme ce le conțin. Cîteodată ele sînt chiar superioare din acest punct de vedere centrelor primare de diversificare.

Desigur că, în prezent, cînd harta resurselor vegetale agricole este mult diferită față de perioadele anterioare, este greu de afirmat dacă actualele centre de diversificare coincid cu cele de origine ale speciilor cultivate, dar acest lucru este de mai puțină importanță pentru ameliorator.



Scanned with OKEN Scanner

Ceea ce interesează este faptul că, în aceste zone, amelioratorii își pot procura un material inițial foarte valoros. Aceste zone rămîn în continuare locuri deosebit de importante pentru explorări viitoare.

Din punct de vedere al originii și vechimii lor în cultură, VAVILOV a clasificat plantele agricole în două categorii : primare și secundare.

*Plantele primare* sînt acele specii cultivate care au fost introduse în cultură în mod direct, din cele mai vechi timpuri, fără a trece printr-o etapă intermediară ca buruieni. În această categorie se includ : grîul, orzul, orezul, meiul, porumbul etc.

*Plantele secundare* sînt acele specii cultivate care inițial au fost buruieni în culturile speciilor primare și care au fost apoi luate în cultură, fie întîmplător, fie datorită unor însușiri deosebite care au impus cultivarea lor. Dintre speciile care în mod întîmplător au fost luate în cultură menționăm pe cele antropochore ce creșteau în stare sălbatică în preajma așezărilor omenești, unde găseau condiții prielnice, ca de pildă : cînepa, morcovul, sfecla, varza, macul, diferite plante medicinale etc.

Alte specii care creșteau ca buruieni s-au impus prin anumite însușiri și au fost luate în cultură. Astfel, cînd plantele primare și aceste buruieni au fost cultivate în zone noi, cu condiții mai vitrege pentru planta cultivată, dar mai bună pentru una din buruienile însoțitoare, aceasta din urmă a înlocuit cu timpul planta principală și s-a impus în locul ei ca plantă de cultură în arealul respectiv. De exemplu, extinderea grîului în zonele cu climat mai rece și cu terenuri sărace (pietroase), a făcut ca secara (buruiană în cultură) să devină planta dominantă datorită rezistenței mai bune la ger și pretențiilor reduse față de fertilitatea solului. Ca rezultat al selecției naturale, sub acțiunea factorilor de mediu, au apărut forme de secară mai rezistente și mai adaptate și astfel secara a devenit o plantă de cultură potrivită pentru regiunile nordice, muntoase și nisipoase. Din această categorie mai fac parte : ovăzul, muștarul, rapița, măzărichea etc.

Există unele specii mai recent luate în cultură, care nu pot fi încadrate în niciuna din cele două grupe, deoarece nu îndeplinesc nici condiția de vechime, dar nici cea de fostă buruiană în cultură.

VAVILOV a semnalat existența a opt asemenea centre. Ulterior, prin contribuția a numeroși cercetători, dintre care se remarcă în mod deosebit JUKOVSKI, s-a stabilit existența a 12 asemenea centre. S-au localizat, de asemenea, și descris 103 microcentre, care oferă excelente posibilități de colectare a unor forme valoroase, cît și pentru studiul evoluției tipurilor cultivate.

Cele 12 centre genice (megacentre) stabilite de JUKOVSKI (citat de VRÎNCEANU și colab., 1979) sînt următoarele :

I. *Centrul chino-japonez,* foarte bogat în specii cultivate și sălbatice (soia, orez, mei, ovăz, grîu, sorg, fasole etc.).

II. *Centrul indoneziano-indochinez,* reprezentativ pentru unele plante tropicale.

III. *Centrul australian,* care se consideră a fi unul din centrele de origine a speciilor din genul Gosspypium.

IV. *Centrul indian,* cu rol important în dezvoltarea resurselor vegetale mondiale (orez, bumbac, trestie de zahăr, citrice, iută etc.).



Scanned with OKEN Scanner

V. *Centrul din Asia Centrală* ce reprezintă unul din centrele primare ale grîului cultivat și a multor legume.

VI. *Centrul din Orientul Apropiat*, de asemenea, centrul primar al grîului, precum și al secarei, pepenelui cultivat și al mai multor pomi fructiferi.

VII. *Centrul mediteranean*, foarte bogat în forme aparținînd gramineelor, leguminoaselor, inului și plantelor de nutreț.

VIII. *Centrul african*, bogat în resurse vegetale (sorg, ricin etc.).

IX. *Centrul europeano-siberian*, cu rol important în evoluția plantelor cultivate. Este centru primar al sfeclei de zahăr, al speciilor de varză de grădină și al unor specii de plante furajere (trifoi, lucernă).

X. *Centrul sud-american* este patria cartofului și într-o măsură a porumbului și fasolei. Este centrul primar pentru tomate, alune de pămînt, lupin etc.

XI. *Centrul din America Centrală* reprezintă centrul primar pentru porumb, fasole, cartof, ardei și bumbac.

XII. *Centrul nord-american* este patria florii-soarelui, viței de vie etc.

Centrele genice se găsesc situate în general în zona cu climat mai puțin propice agriculturii (podișuri, zone muntoase, etc.) și separate între ele prin bariere naturale (munți, ape, deșerturi). Suprafața totală a acestor centre este relativ restrînsă, reprezentînd doar 2,5% din suprafața uscată a globului.

Centrele genice se deosebesc evident între ele prin speciile diferite de plante de cultură care le conțin, dar și prin numărul acestora. S-a constatat că dintre speciile de cultură pe care VAVILOV le-a asociat cu aceste centre, 500 aparțin Asiei și Europei și doar cca 100 Americii.

Centrele cu cea mai mare concentrare de specii și forme sînt cele plasate în sudul Asiei și în zona Kaukazului (peste 400 specii).

S-a remarcat, de asemenea, o legătură între diversificarea genetică și distribuția geografică. Astfel, s-a constatat o creștere progresivă a dimensiunilor fructelor, semințelor și a altor părți ale plantei pornind de la munții Himalaia spre zonele mediteraneene. Observații interesante s-au făcut cu privire la rezistența la boli și dăunători, stabilindu-se că ea poate fi localizată în anumite areale. De exemplu, specii de viță de vie din America sînt rezistente la filoxera și la mană ; unele forme de orez din Etiopia sînt rezistente la virusul care produce îngălbenirea și piticirea plantei ; grînele din Crimeea sînt rezistente la mălură, iar cele din Africa de Nord sînt rezistente la musca de Hessa etc.

În acest fel s-au acumulat informații foarte utile pentru amelioratori, care știu astfel, în funcție de scopul propus, unde să găsească materialul inițial potrivit.

Marea diversitate de forme existente în centrele genice a suscitat desigur interesul oamenilor de știință, care au ajuns la concluzia că oscilațiile mari ale factorilor pedoclimatici și nivelul ridicat de iradiere cu raze ultraviolete și cosmice sînt principalii factori de diversificare. Acești factori au determinat apariția unui număr mult mai ridicat de mutații, comparativ cu cele ce apar la ses și au favorizat încrucișările naturale între diferite varietăți.



Scanned with OKEN Scanner

Cu privire la condițiile pedoclimatice variate existente în aceste zone, trebuie specificat că ele sînt diferite la distanțe foarte mici (uneori doar cîțiva metri) și astfel o mutație apărută, chiar dacă nu găsește condiții de supraviețuire în locul de apariție le poate întîlni în imediata vecinătate și poate astfel să se mențină, adaptîndu-se acestui biotop. Deci, șansele de supraviețuire ale unui nou tip sînt mult mai mari decît la șes, unde condițiile sînt uniforme pe mari suprafețe. Faptul că diversitatea existentă în centrele genice s-a menținut atît de mult timp, poate fi explicat prin aceea că ele sînt în general amplasate în zone mai îndepărtate de circulația mondială și cu o agricultură încă primitivă.

Modelul de variabilitate existent în centrele genice este încă incomplet descifrat și probabil diferit de la o specie la alta. VAVILOV a considerat că în zona de mijloc a centrului genic predomină forme cu caracter dominant, în timp ce spre periferia lui sînt mai frecvente formele cu caractere recesive. Această situație se datorește acțiunii selective a condițiilor de mediu care devin tot mai puțin favorabile pentru alelele sălbatice (dominante), de la mijloc spre margine (efectul VAVILOV).

Studiile foarte ample ale lui VAVILOV asupra colecțiilor de genuri, specii și subspecii i-au permis să remarce existența unui paralelism în variabilitatea formelor înrudite, fenomen denumit drept „legea seriilor omoloage a variațiilor ereditare". Importanța acestei legi constă în aceea că, într-o anumită măsură, se poate prevedea existența unor forme cu anumite caracteristisi, care încă nu au fost descoperite. Conform acestei legi, caracteristicile care diferențiază grupele sistematice inferioare speciei (subspecii, varietăți) se vor întîlni și la alte specii ce aparțin aceluiași gen sau chiar unor genuri înrudite. Astfel, deoarece la grîul comun se găsesc forme mutice și aristate, conform acestei legi s-a presupus că și la grîul tare se vor găsi astfel de forme. Într-adevăr, la grîul tare s-au găsit în Etiopia forme mutice. Un alt exemplu în acest sens îl constituie identificarea unor forme de grîu și secară lipsite de urechiușe și ligulă (ca la ovăz) în Afganistan.

Prin urmare, această lege evidențiază posibilitatea descoperirii unor forme cu diferite caracteristici (unele de mare importanță pentru ameliorator) ținînd cont că asemena forme se întîlnesc la specii sau genuri înrudite.

Pornind de la aceste considerente se constată că principalele surse de material inițial sînt : material inițial existent (de bază) și material inițial creat de ameliorator din cel existent cu ajutorul diferitelor metode de ameliorare.

*Materialul inițial existent* se compune din soiuri (hibrizi) ameliorate ; soiuri primitive sau locale ; forme sălbatice înrudite cu speciile de cultură ; stocuri genetice speciale.

*Soiurile (hibrizi) ameliorate* sînt forme create sau îmbunătățite printr-un proces de ameliorare științifică. Ele sînt rezultatul unei selecții intensive prin care se urmărește atingerea unui anumit nivel de homozigoție genetică, și deci omogenitate și stabilitate ereditară. Aceste soiuri (hibrizi) reprezintă cea mai valoroasă sursă de germoplasmă pentru numeroase însușiri (în special producție, calitate etc.).



Scanned with OKEN Scanner

Aceste soiuri au o variabilitate genetică redusă din care cauză ele sînt folosite mai ales ca genitori sau pentru inducere de mutații și numai rareori ca material de selecție (cazul unor soiuri obținute prin hibridare care prezintă segregante valoroase).

La plantele alogame, soiurile ameliorate sînt folosite mai ales pentru obținerea de linii consangvinizate.

Hibrizii și formele lor parentale se încadrează tot în grupa de material inițial, cu mențiunea că baza ereditară a acestora este limtată (hibrizii) sau chiar foarte îngustă (liniile parentale).

În prezent există colecții foarte mari de forme ameliorate la toate speciile de cultură în diferite țări, de unde pot fi obținute în vederea folosirii lor în procesul de ameliorare.

*Soiurile primitive* (soiuri locale, populații locale) sînt acele forme care au apărut într-o foarte lungă perioadă de timp în diferite zone pedoclimatice, ca rezultat al selecției naturale și al selecției empirice efectuate de cultivatori. Din această cauză, ele posedă în primul rînd o bună adaptare la condițiile de mediu în care s-au format, fiind rezistente la factorii nefavorabili (ger, secetă, boli etc.). Totodată, soiurile primitive prezintă un polimorfism accentuat (fiind de fapt un amestec de numeroase biotipuri), care le conferă o foarte mare plasticitate ecologică.

Desigur că eterogenitatea acestor forme atrage după sine realizarea unor producții scăzute, și ele au fost de mult timp (la mai toate speciile de cultură) înlocuite cu soiurile ameliorate.

Ținînd cont însă că ele reprezintă surse foarte importante de gene valoroase în ce privește rezistența la factori nefavorabili, adaptare, plasticitate ecologică, pretenții reduse față de condiții de sol și climă și în anumite cazuri chiar pentru producție și calitate, este necesară colecționarea și conservarea lor.

În acest sens, pe plan mondial și național s-au intreprins numeroase acțiuni menite să colecționeze și să conserve soiuri primitive care, ca rezultat al substituirii lor din cultură cu soiuri (hibrizi) ameliorate, riscă a fi pierdute definitiv. Cu alte cuvinte, aceste măsuri urmăresc să salveze tezaurul prețios de gene pe care-l reprezintă soiurile locale, de la moartea genetică.

În ameliorare, soiurile locale se folosesc ca material de selecție în vederea identificării și izolării unor genotipuri valoroase și, rar, ca genitori pentru hibridare. La plantele alogame ele sînt folosite și ca material inițial pentru obținerea liniilor consangvinizate.

*Materialul inițial din flora spontană* cuprinde genuri, specii, subspecii, forme spontane înrudite cu specia de cultură la care se efectuează ameliorarea.

Formele spontane reprezintă o importantă sursă de germoplasmă pentru procesul de aemliorare datorită numeroaselor însușiri de rezistență la factorii nefavorabili de mediu, a capacității de adaptare și a plasticității ecologice, caracteristici rezultate în urma îndelungatei acțiuni a selecției naturale.

Utilizarea formelor spontane în lucrările de ameliorare a fost și este însă limitată datorită faptului că ele posedă multe caracteristici negative (producție redusă, calitate inferioară, tardivitate, maturitate neuniformă,



Scanned with OKEN Scanner

nerezistență la scuturare, cădere etc.), care se transmit în descendență o dată cu însușirile valoroase, iar eliminarea necesită timp îndelungat de prelucrare.

În ultimul timp, ca rezultat al progreselor făcute de genetică și ameliorare, s-au elaborat metode mai adecvate (metodele citogenetice) care limitează introducerea de gene nevaloroase, prin faptul că se operează nu cu genomul întreg, ci cu cromozomii sau chiar segmente din aceștia.

*Stocuri genetice speciale*. Materialul inițial de ameliorare pentru fiecare specie de cultură trebuie să conțină și diferite surse cu utilizare specială în programele de ameliorare. Astfel, sînt necesare forme care posedă anumite însușiri genetice, citogenetice și citologice care pot fi transmise altor forme, ca : surse cu gene de rezistență la anumite boli și dăunători ; surse de androsterilitate ; surse de gene restauratoare de fertilitate a polenului ; surse aneuploide și surse de gene specifice (porumb, sfeclă, cînepă etc.) ; surse ce pot servi ca markeri citologici (floarea-soarelui, orz) etc.

În această categorie se includ și soiurile sintetice în care sînt concentrate un număr mare de gene pentru unele însușiri, ca : rezistența la boli și dăunători, componentele producției, precocitate etc.

*Materialul inițial creat de ameliorator*. În condițiile actuale și în perspectivă, date fiind cerințele mereu crescînde privind producția și calitatea formelor de cultură, materialul inițial existent, oricît de variat ar fi, nu este satisfăcător pentru desfășurarea unor programe de ameliorare la nivelul cerut.

Formele existente (spontane, cultivate, primitive și chiar ameliorate) au un potențial biologic plafonat, limitat pentru importante caracteristici, din care cauză amelioratorul este obligat să-și creeze singur materialul inițial.

În acest scop se folosesc metodele de ameliorare (hibridarea, mutațiile, poliploidia, consangvinizarea etc.) cu ajutorul cărora se acționează asupra materialului existent și se creează un material inițial superior din punct de vedere genetic, deoarece prezintă o variabilitate genetică mare din care se selecționează genotipuri corespunzătoare obiectivelor propuse.

Materialul inițial de bază poate fi procurat prin : schimb de semințe ; intermediul unor instituții agricole și al expozițiilor agricole, precum și prin expoziții științifice.

Schimbul de semințe se poate face între unitățile de cercetare din țară sau cu cele similare din străinătate, precum și direct între amelioratori. Trebuie avut însă în vedere ca materialul important să fie supus măsurilor corespunzătoare de carantină fitosanitară și dezinfecției pentru a se preveni introducerea o dată cu acesta a unor noi boli sau dăunători din alte zone ale globului.

Expedițiile științifice organizate în țară sau străinătate reprezintă, de asemenea, o cale foarte importantă de colectare a materialului inițial de bază și în special a formelor din flora spontană și a soiurilor sau populațiilor locale.

Materialul inițial colecționat se supune unui studiu multilateral înainte de a fi introdus în procesul de ameliorare, în scopul cunoașterii caracteristicilor sale de bază și folosirii lui într-un mod rațional.



Scanned with OKEN Scanner

Studierea materialului, în cadrul procesului de ameliorare, se execută în cîmpul de colecție timp de 3—4 ani, precum și în laborator, din punct de vedere taxonomic, ecologic, genetic, biochimic, tehnologic și economic. Desigur că aceste studii se realizează printr-o cooperare cu alți specialiști (biologi, geneticieni, fitopatologi, fiziologi etc.).

Deși în prezent studiul resurselor genetice se face încă în multe locuri de către stațiunile de ameliorare a plantelor care posedă colecțiile lor de lucru, apare tot mai imperios necesitatea (în unele țări deja se procedează astfel) ca acest studiu să fie coordonat și executat în bună parte de către centrul de resurse genetice (bănci de gene). Acest centru trebuie să organizeze un studiu unitar al colecțiilor, să prelucreze, să înmagazineze datele și să asigure păstrarea de durată a materialului valoros (KELLNER și GIURA, 1979).

Pe baza studierii și cunoașterii materialului inițial se asigură alegerea celor mai potrivite forme corespunzătoare obiectivelor urmărite. Materialul reținut poate fi folosit pentru selecția de genotipuri valoroase, dar mai ales în vederea hibridării sau inducerii de mutații.

Acțiunea de colectare și de studiere a materialului inițial nu poate fi separată de preocuparea pentru păstrarea și conservarea acestuia. Activitatea amplă de procurare, studiu și păstrare a materialului inițial revenea, în trecut, după cum s-a mai arătat, în exclusivitate institutelor și stațiunilor de ameliorarea plantelor.

În situația actuală, cînd există mii și zeci de mii de forme numai la o singură specie de cultură, o astfel de activitate nu mai poate fi rezolvată în mod satisfăcător de către stațiunile de ameliorare și de aceea s-au înființat, în multe țări, instituții specializate (centre de resurse genetice) care să execute colectarea, studiul și conservarea colecțiilor. Amelioratorii pot coopera la acest program doar cu o anumită contribuție. Aceste centre trebuie să posede depozite cu instalații speciale de climatizare care asigură păstrarea de lungă durată a semințelor.

Dintre țările cu asemenea centre de resurse genetice cu bogate colecții specializate menționăm : U.R.S.S. (Leningrad și Krasnodar), S.U.A. (Fort Collins), R.F.G. (Braunschwing), R.D.G. (Gatersleben), Mexic (CIMMYT), Filipine (Los Banos), Japonia (Hiratsuka), Turcia (Izmir), Italia (Bari), Ungaria (Tapioszele). Multe din aceste centre posedă colecții foarte bogate realizate pe baza colaborării internaționale, cum sînt cele de porumb (CIMMYT) și cele de orez (IRRI) etc.

În prezent, rețeaua mondială a centrelor de resurse genetice urmărește să conserve materialul pe o perioadă lungă, să înregistreze și să coordoneze date rezultate prin studiul materialului inițial și să asigure schimbul de material biologic și informații.

Colaborarea în acest domeniu pe plan european a fost sprijinită de F.A.O. și de EUCARPIA (Asociația europeană pentru cercetări în domeniul ameliorării plantelor). O colaborare fructuoasă în domeniul resurselor vegetale se desfășoară, de asemenea, între țările socialiste membre ale CAER-ului.

În țara noastră, activitatea în domeniul procurării, studierii și păstrării materialului inițial s-a amplificat mai ales după înființarea în 1961 a Institutului de Cercetări pentru Cereale și Plante Tehnice de la Fundulea



Scanned with OKEN Scanner

(I.C.C.P.T.). Trebuie menționat că deși din 1964 s-a înființat la acest institut un laborator de resurse vegetale care se ocupă cu colectarea materialului inițial, nu a existat mult timp o formă de organizare centrală pentru studiul și conservarea resurselor genetice.

Studiul germoplasmei agricole se realizează în cadrul laboratoarelor de ameliorare de la I.C.C.P.T. Fundulea, la unele stațiuni agricole și unele institute agronomice. Acestea posedă colecțiile de lucru (active) pe care le folosesc efectiv în procesul de ameliorare. Formele cuprinse în aceste colecții active se însămînțează an de an, în timp ce restul formelor se păstrează în depozite, însămînțîndu-se doar după anumite intervale de timp (3—7 ani) pentru a nu-și pierde capacitatea germinativă. În timpul efectuării înmulțirilor periodice se are în vedere evitarea impurificării materialului. Din lipsa bazei materiale necesare pentru conservarea germoplasmei s-a pierdut foarte mult material autohton sau provenit din colecțiile mondiale F.A.O. (VARGA și colab., 1979).

În ultimul timp, A.S.A.S. a înființat Secția centrală de studiu și conservare a resurselor genetice (la (I.C.C.P.T. Fundulea) cu o capacitate de conservare a 100 000 probe. Conservarea semințelor se face în încăperi climatizate, iar prelucrarea, păstrarea și furnizarea informațiilor pentru amelioratori se face cu ajutorul unui computer capabil să înmagazineze cca 50 indicatori pentru fiecare din cele 100 000 de probe.



Scanned with OKEN Scanner

# BIBLIOGRAFIE


1. Bonner, I. *The molecular biology of development.* Press Oxford, 1965.
2. Bresch, C. *Klasische und moleculare Genetik.* Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 1965.
3. Brooks, JS., Broks, M. H. *Polen abortion in relation to citoplasmic-genetic male sterility in Sorghum.* Crop Sci., 7, 1967.
4. Căbulea, I. *Metode statistice pentru analiza componentelor genetice ale variabilității continue.* Probl. de genet. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, VIII-6.
5. Ceapoiu, N. *Biometria aplicată în genetică.* Prob. de genet. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, III—I, 1971.
6. Ceapoiu, N. *Citogenetica aplicată în ameliorarea grîului.* Ed. Academiei .R.S România, București, 1971.
7. Ceapoiu, N. *Ingineria genetică, perspective de utilizare în transformarea plantelor și animalelor.* Probl. de genet. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, XII-6, 1981.
8. Chase, S. S. *Complementary pollen fertility restauration in maize.* Hered., 59, 4, 1968.
9. Coles, N. *Valența ecologică și evaluarea adaptabilității soiurilor.* Probl. de genet. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, III-5, 1975.
10. Choudh-Hury, A. R. *Studies on chemical induced male sterility in plants.* Bibl. of Agric., 32, 3, 1968.
11. Demarly, Y. *Genetique et amelioration de plantes.* Masson-Paris, 1977.
12. Dubinin, N. P. *Genetica moleculară și acțiunea radiațiilor asupra eredității.* Ed. Științifică, București, 1966.
13. Doucet Ilaria. *Analiza genetică a unor caractere la in.* Prob. de genet. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, vol. X, nr 6, 1978.
14. Duvich, D. N. *The use of cytoplasmatic male sterility in hibrid seed production.* Econ. Botany, 13, 1959.
15. Gale, M., Marshall, A., Rad, V. *A clasification on the Norin 10 and Tom Thumb dwarf genes in British, Mexican, Indian and other hexaploid bread wheat varieties.* Euphytica, Nr. 2, 1981.
16. Gherman, I. *Studiul coeficienților de variabilitate corespunzători efectelor genice, de mediu și fenotipice pentru unele caractere de producție la sfecla de zahăr.* Probl. de genet. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea. XI, 5, 1979.
17. Gherman, I. *Corelațiile genetice și fenotipice dintre caracterele de producție la sfecla de zahăr.* Probl. de genet. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, XII, 3, 1979.
18. Giosan, N., Săulescu, N. N. *Principii de genetică.* Ed. Agrosilvică, București, 1969.
19. Giosan, N., Ceapoiu, N. *Orientarea cercetărilor științifice în domeniul ameliorării plantelor agricole în R. S. România în perioada 1976—2000.* Probleme de gen. teor. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, X. 5, 1980.




Scanned with OKEN Scanner

20. Groza, H., Cojocaru, N., Catelly, T. *Rezistența la viroze și implicațiile ei genetice în ameliorarea cartofului.* Probl. de genetic, teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, IX-3, 1977.
21. Heyin, R. P. et all. *Prospects of genetic-engineering of plants. Quarterly Review* of Biophysic, 7, 1, 1974.
22. Horm and Kasha, K. J. *Genetic control of chromosome elimination during formation in barley.* Genetics, Vol. 81, 1975.
23. Hooker, *A. L. The genetics and expresion of rezistence in plante to rusts of genus.* Puccinia Ann. Rew. Phytopatol., 5. 1981.
24 Izumi, N., Sawada, S., Saskuma, T. *A dominat gene of dwarfism located on chromasome 4D in Triticum aestivum.* Wheat Inform. Serv., Nr. 53, 1981.
25. Jamada, Y. *Tissue cultura studies of cereale, in Plant Cell, Tissue and Organ culture.* Edited by Reinhold Books in the Agricultural Science, 1977.
26. Johnsson, R. *The concept of durable rezistence.* Phytopathology, 69—5., 1981.
27. Konzar, C. F. *Induced mutation for genetic un analyses and improvement of wheat-Induced Mutation.* Symp. Vienne, 1981.
28. Kraus, M. *Date noi privind interacțiunea genelor pentru maturitate la sorg.* Probl. de genetic teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, 2, 1969.
29. Mezențev, A. V. *Kultura kletok i tkanei v Kanade.* Selskoe hoziastvo ta rubejom, nr. 3, Moscova, 1982.
30. Mureșan, T. *Bazele genetice ale ameliorării plantelor.* Ed. Agrosilvică, București, 1967.
31. Mureșan, T., Crăciun, T. *Ameliorarea specială a plantelor.* Ed. Ceres, București, 1972.
32. Mureșan, T., Kraus, M. *Sorgul hibrid pentru boabe.* Ed. Agrosilvică, București 1965.
33. Nedelea, G. *Cercetări privind ereditatea unor însușiri de calitate la grîu* (teză de doctorat). Instit. Agronomic Timișoara, 1978.
34. Negruțiu. I. *Cultura „in vitro" de celule și țesături vegetale, revoluția de azi din laboratoare și revoluția de mîine din producția agricolă.* Prob. de genet. teoret, și aplic. I.C.C.P.T. Fundulea, Vol. VIII, nr. 1, 1976.
35. Palada Magdalena *Studiul actual al cercetărilor privind culturile de țesuturi și celule vegetale și utilizarea lor în ameliorarea plantelor.* Prob. de genet. teoret, și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, Vol XI nr. 4, 1979.
36. Panfil, C. *O mie de întrebări și o mie de răspunsuri de genetică* Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1978.
37. Pătrașcu Alexandrina, Groza, H., Gorea, T. *Cercetări privind culturile de țesături la cartof în vederea obținerii variabilității genetice sporite pentru ameliorare.* Probl. de genet. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, VII-6, 1981.
38 Popa, L., Popescu Ana. *Tehnologia ADN recombinat și aplicțiiile sale în agronomie.* Probl. de genet. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, VII-6, 1981.
39. Potlog, A.S., Velican, V. *Tratat de ameliorare a plantelor.* Vol. 1 și 2, Ed. Academiei R.S.R., București, 1971—1972.
40. Potlog, A. S., Nedelea, G., Cărăuș, V. *Genetica și ameliorarea calității plantelor agricole.* Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1980.
41. Potlog, A. S., Velican. V. *Dicționar practic de biologie agricolă.* Ed. Enciclopedică Română, București, 1974.
42. Potlog, A. S., Suciu, Z., Nedelea, G., Moisuc, Al. *Probleme actuale în ameliorarea plantelor.* Ed. Facla, Timișoara, 1982.
43. Prakash, V., Agarwal., Katiyar, R. Goyal, R. *Genetics of some yield and developmental traits in bread wheat.* Indian. Agr. Sci., Nr. 5, 1981.
44. Radwal, S.S., Gurta, V. T. *Gene effects governing inheritance of yield and components in Linum usitatissimum* Pl. Sc., 2, 1970.
45. Raicu, P., Pătrașcu, M. *Protoplaștii în cercetările de genetică.* Probl. de genet. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, Vol. VIII, nr. 2, 1976.
46. Raicu, P. *Genetica.* Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1967.
47. Roman Lucia. *Ereditatea caracterelor de producție la unele soiuri și populații autohtone de porumb.* Probl, de genet. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, VIII-5, 1976.



Scanned with OKEN Scanner

48. Sarca, Tr., Cosmin, O., Mureşan, T., Bica, N., Negut, C., Ulinici Victoria. *Cercetări privind rezistența porumbului la helmintosporioză și fusarioză.* Probl. de genet. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, X-1, 1978,
49. Scars, R. G., Kronstad, W. S. Metzger, R. J. *Inheritance of dwarf and semidwarf plant height barley.* Crop, Sci., Nr. 6, 1981.
50. Sprague, G. F. *Corn and corn improvement.* Amer. Society of Agr. Inc. Publisher Madison, Wisconsin, U.S.A., 1977.
51. Suciu Z. Cercetări *asupra androsterilității la ceapă și folosirea ei pentru producerea heterozisului* (Teză de doctorat). 1976.
52. Suciu, Z. *Rezultate privind efectul heterozis asupra producției de ceapă.* Lucr. științifice I.A.T., 1977.
53. Țapu Zoe. *Ereditatea elementelor de producție la grîu.* Prob. de genet. teoret. și aplic., VII, I.C.C.P.T. Fundulea, 1968.
54. Van der Planky *Genetics and molecular basis of plant pathogenesis.* Springer Verlag. Berlin, 1978.
55. Vrînceanu, V. *Hibridarea somatică și perspectivele utilizării ei în ameliorarea plantelor.* Prob. de genet. teoret. și aplic. XII-1, 1980.
56. Vrînceanu, V., Judras Monica, *Aplicații ale culturii de celule și țesuturi în ameliorea plantelor.* Probl. de gent. teoret. și aplic., I.C.C.P.T. Fundulea, XII, 5, 1980.



Scanned with OKEN Scanner

# CUPRINS

Prefață ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 5

**1. Ereditatea, însușire genetică fundamentală, orientare generală în ameliorare**

1.1. Generalități ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 7
1.2. Bazele genetice ale eredității ... ... ... ... ... ... ... ... 11
1.2.1. Teoria cromozomală a eredității ... ... ... ... ... ... 11
1.2.2. Bazele biochimice și moleculare ale eredității ... ... ... 12
1.3. Genele, elementele materiale ale eredității ... ... ... ... ... 14
1.4. Ereditatea citoplasmatică ... ... ... ... ... ... ... ... ... 17
1.5. Ereditatea și principii de genetică generală ... ... ... ... ... 19

**2. Determinismul genetic al însușirilor de soi**

2.1. Considerații generale ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 22
2.2. Determinismul genetic al grîului ... ... ... ... ... ... ... 25
2.3. Determinismul genetic al porumbului ... ... ... ... ... ... 39
2.4. Determinismul genetic al orzului ... ... ... ... ... ... ... 50
2.5. Determinismul genetic al orezului ... ... ... ... ... ... ... 55
2.6. Determinismul genetic al secarei ... ... ... ... ... ... ... 60
2.7. Determinismul genetic al ovăzului ... ... ... ... ... ... ... 62
2.8. Determinismul genetic al fasolei ... ... ... ... ... ... ... 62
2.9. Determinismul genetic al mazării ... ... ... ... ... ... ... 64
2.10. Determinismul genetic al soiei ... ... ... ... ... ... ... 66
2.11. Determinismul genetic al florii-soarelui ... ... ... ... ... 70
2.12. Determinismul genetic al inului ... ... ... ... ... ... ... 73
2.13. Determinismul genetic al cînepii ... ... ... ... ... ... ... 77
2.14. Determinismul genetic al cartofului ... ... ... ... ... ... 78
2.15. Determinismul genetic al sfeclei de zahăr ... ... ... ... ... 86
2.16. Determinismul genetic al sorgului ... ... ... ... ... ... ... 91
2.17. Determinismul genetic al lucernei ... ... ... ... ... ... ... 93

**3. Metode folosite în studiul genetic al populațiilor**

3.1. Considerații generale ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 95
3.2. Structura genetică a populațiilor ... ... ... ... ... ... 96



Scanned with OKEN Scanner

3.2.1. Populația la organismele autogame ... ... ... ... ... 96
3.2.2. Populația la organismele alogame ... ... ... ... ... ... 97
3.2.3. Populații mari ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 97
3.2.4. Populații mici ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 99
3.3. Elemente de biometrie ... ... ... ... ... ... ... ... ... 100
3.4. Indici de poziție ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 102
3.5. Indici de dispersie ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 104
3.6. Indici ce definesc forma distribuției ... ... ... ... ... ... 106
3.7. Corelația și regresia ... ... ... ... ... ... ... ... ... 108
3.7.1. Corelația ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 108
3.7.2. Regresia ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 111
3.8. Varianța și analiza variantei ... ... ... ... ... ... ... ... 115

**4. Variabilitatea genetică, corelații și cariologia plantelor agricole**

4.1. Variabilitatea, corelațiile și cariologia la grîu ... ... ... ... 120
4.2. Variabilitatea, corelațiile și cariologia la orz ... ... ... ... 122
4.3. Variabilitatea, corelațiile și cariologia la ovăz ... ... ... ... 124
4.4. Variabilitatea, corelațiile și cariologia la orez ... ... ... ... 125
4.5. Variabilitatea, corelațiile și cariologia la porumb ... ... ... 126
4.6. Variabilitatea, corelațiile și cariologia la floarea-soarelui ... ... 129
4.7. Variabilitatea, corelațiile și cariologia la in ... ... ... ... ... 131
4.8. Variabilitatea, corelațiile și cariologia la cartofi ... ... ... ... 133
4.9. Variabilitatea, corelațiile și cariologia la sfecla de zahăr ... ... 134

**5. Hibridarea, metodă genetică de ameliorare**

5.1. Hibridarea sexuată ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 136
5.2. Hibridarea celulară sau parasexuată ... ... ... ... ... ... 149

**6. Heterozisul, consangvinizarea, androsterilitatea și restaurarea fertilității, metode genetice în ameliorare și producere de sămînță hibridă**

6.1. Bazele genetice și tipurile de heterozis folosite în ameliorare și producere de sămînță hibridă ... ... ... ... ... ... ... ... 154
6.2. Bazele genetice, obținerea și folosirea liniilor consangvinizate 162
6.3. Bazele genetice, obținerea și folosirea liniilor androsterile și restauratoare de fertilitate ... ... ... ... ... ... ... ... 166

**7. Principii și metode citogenetice de ameliorare**

7.1. Considerații generale ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 183
7.2. Crossing-over și linkage ... ... ... ... ... ... ... ... ... 183
7.3. Adiția cromozomală ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 184
7.4. Substituția cromozomală ... ... ... ... ... ... ... ... ... 186
7.5. Translocația cromozomală ... ... ... ... ... ... ... ... ... 187
7.6. Mutageneza și poliploidia ... ... ... ... ... ... ... ... ... 188

**8. Radiogenetica și mutațiile induse**

8.1. Considerații generale ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 195
8.2. Rezultate obținute ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 198



Scanned with OKEN Scanner

## 9. Probleme de inginerie genetică

9.1. Considerații generale ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 202
9.2. Culturi *in vitro* ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 203
9.3. Micropropagarea ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 207
9.4. Obținerea de plante libere de viroză ... ... ... ... ... ... 211
9.5. Haploidia experimentală și utilizarea ei ... ... ... ... ... ... 211

## 10. Centrele genice, surse de material inițial

10.1. Populațiile autogame și alogame ... ... ... ... ... ... ... 220
10.2. Efecte genetice în procesul producerii de sămînță ... ... ... 223
10.3. Centrele genice mondiale și importanța lor ca sursă de material inițial ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 225

Bibliografie ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 234



Scanned with OKEN Scanner

ISBN 973-36-0067-9

Redactor : Ion Ilin
Tehnoredactor : Ioan I. Iancu

Bun de tipar : 4.12.1989
Apărut : 1989
Coli tipar : 15

Tiparul executat la
Întreprinderea Poligrafică „Banat",
Timișoara, Calea Aradului, nr. 1
sub comanda nr. 90

Scanned with OKEN Scanner